

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника
 Отделение школы (НОЦ) электронной инженерии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка системы технического зрения для поверки манометра
УДК <u>004.932.2:531.787</u>

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1AM82	Волкова Юлия Олеговна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Баранов П.Ф.	К.Т.Н		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Т.Г.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ТПУ	Федорчук Ю.М.	Д.Т.Н		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОЭИ	Солдатов А.И.	Д.Т.Н		

Томск – 2020 г.

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММЕ

Код результата	Результат обучения
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Использовать результаты освоения фундаментальных и прикладных дисциплин ООП магистратуры; понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения; демонстрировать навыки работы в научном коллективе, порождать новые идеи.
P2	Анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников; определять цели, осуществлять постановку задач проектирования приборов наноэлектроники, схем и устройств различного функционального назначения с использованием современной элементной базы наноэлектроники, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ.
P3	Формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач.
P4	Осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение.
P5	Делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научно-технические отчеты, обзоры, рефераты, публикации по результатам выполненных исследований, доклады на научные конференции и семинары, научные публикации в центральных изданиях и заявки на изобретения.
P6	Работать в качестве преподавателя в образовательных учреждениях среднего профессионального и высшего профессионального

	образования проводить лабораторные и практические занятия со студентами, руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ бакалавров, разрабатывать учебно-методические материалы для студентов по отдельным видам учебных занятий.
P7	Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень. использовать иностранный язык в профессиональной сфере, владеть способностью адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности.
P8	Участвовать в проведении технико-экономического и функционально-стоимостного анализа рыночной эффективности создаваемого продукта.
P9	Способность к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности, готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы.
P10	Способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов.
P11	Способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов.
P12	Знать современные системы автоматизированного проектирования электронных схем.
P13	Анализировать возможные схемные, конструктивные решения и эффективность их функционирования, работать с современными системами автоматизированного проектирования и системами электронного документооборота, использовать нормативные правовые акты, справочные материалы
P14	Проводить разработку, внедрение и вырабатывать рекомендации по технологическим процессам, программам выпуска изделий микроэлектроники; уметь разрабатывать функциональное описание, техническое задание, комплект конструкторской документации на создание

	микро и нано размерных электромеханических систем.
P15	Сопровождать работы по изготовлению механотронных и микро и нано размерных электромеханических систем, контролируя требования технического задания, разрабатывать маршрут изготовления микро и нано размерных электромеханических систем с сопровождением производственного цикла изготовления данных систем и проведением экспериментальных исследований по модернизации технологического маршрута их производства.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**
Направление подготовки **11.04.04 Электроника и нанoeлектроника**
Отделение **электронной инженерии**

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

_____ А.И. Солдатов
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
1AM82	Волковой Юлии Олеговне

Тема работы:

Разработка системы технического зрения для поверки манометра	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 44-38/с от 13.02.2020 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	09.06.2020
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	<p>Необходимо разработать систему технического зрения для поверки манометра.</p> <p>Требования к изделию: общетехнический манометр МПЗ-Уф с методикой поверки МИ 2124-90.</p>
---------------------------------	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Обзор методов и средств для поверки манометров Анализ системы технического зрения при автоматизации средств измерений Разработка технического зрения на основе NI myRIO Расчёт мехатронного модуля линейного движения для позиционирования камеры системы машинного зрения Разработка макетного образца устройства Социальная ответственность Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение Выводы по результатам работы
Перечень графического материала	Принципиальная схема подключения конечных выключателей к Arduino Uno.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Рыжакина Татьяна Гавриловна
«Социальная ответственность»	Федорчук Юрий Митрофанович
«Иностранный язык»	Кудряшова Александра Владимировна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Баранов Павел Федорович	к.т.н.		13.02.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1AM82	Волкова Юлия Олеговна		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа **неразрушающего контроля и безопасности**

Направление подготовки **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**

Уровень образования **магистратура**

Отделение **электронной инженерии**

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2019 /2020 учебного года)

Форма представления работы:

магистерская диссертация
(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.01.2020	Обзор литературы по теме ВКР	25
15.02.2020	Разработка структурной схемы	15
28.03.2020	Расчет основных параметров схемы	10
15.03.2020	Подбор основных элементов устройства	5
27.03.2020	Схемотехническое моделирование	5
25.04.2020	Изготовление макета	20
20.05.2020	Социальная ответственность	10
22.05.2020	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Баранов П.Ф.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОЭИ	Солдатов А.И.	д.т.н.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1AM82	Волковой Юлии Олеговне

Школа	ИШНКБ	Отделение	Отделение материаловедения
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Электроника и наноэлектроника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

<i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Работа с научной литературой и патентами, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах</i>
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НТИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта</i>
<i>2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований</i>	<i>Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий.</i>
<i>3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	<i>Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НТИ</i>
<i>4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	<i>Проведение оценки экономической эффективности исследования</i>

Перечень графического материала(с точным указанием обязательных чертежей):

<i>1. Оценка конкурентоспособности технических решений</i> <i>2. Матрица SWOT</i> <i>3. График проведения НТИ</i> <i>4. Определение бюджета НТИ</i> <i>5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ</i>
--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	Кандидат экономических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1AM82	Волкова Юлия Олеговна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1AM82	Волковой Юлии Олеговне

Школа	ИШНКБ	Отделение	ОЭИ
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	Электроника и нанoeлектроника

Тема дипломной работы: Разработка системы технического зрения для поверки манометра

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является техническое зрение для поверки манометра.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность 1.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследования.	Вредные факторы: <ul style="list-style-type: none"> • Недостаточная освещенность; • Нарушения микроклимата, оптимальные и допустимые параметры; • Шум, ПДУ, СКЗ, СИЗ; • Повышенный уровень электромагнитного излучения, ПДУ, СКЗ, СИЗ; • Наличие токсикантов, ПДК, класс опасности, СКЗ, СИЗ; Опасные факторы: <ul style="list-style-type: none"> • Электроопасность; класс электроопасности помещения, безопасные номиналы I, U, R_{заземления}, СКЗ, СИЗ; Проведен расчет освещения рабочего места; представлен рисунок размещения светильников на потолке с размерами в системе СИ; Пожароопасность, категория пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение и ограничение применения; Приведена схема эвакуации.
2. Экологическая безопасность:	– Наличие промышленных отходов (вторцвет- и чермет, пластмасса, перегоревшие люминесцентные лампы) и методы их утилизации

3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Рассмотрены 2 ситуации ЧС: 1) природная – сильные морозы зимой, (аварии на электро-, тепло-коммуникациях, водоканале, транспорте); 2) техногенная – несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (возможны проявления вандализма, диверсии, промышленного шпионажа), представлены мероприятия по обеспечению устойчивой работы
4. Перечень нормативно-технической документации:	– ГОСТы, СНиПы, СанПиНы.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.02.2020г.
---	--------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООТД ШБИП	Федорчук Ю.М	д.т.н.		26.02.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1АМ82	Волкова Ю.О.		26.02.2020

Control command shaper (CCS)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1AM82	Волкова Юлия Олеговна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Баранов П.Ф.	к.т.н		

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кудряшова Александра Владимировна			

Реферат

Выпускная квалификационная работа объемом 139 страниц, 39 рисунков, 28 источников, 1 приложение.

Объектом исследования является техническое зрение для поверки манометра.

В данной работе рассматриваются основные принципы и особенности разработки системы технического зрения в среде визуального программирования LabVIEW с использованием библиотеки средств обработки и анализа изображений IMAQ Vision. Система технического зрения разрабатывается для поверки манометра.

Цель работы – разработка программного обеспечения для оцифровки показаний аналоговых манометров. Для съема измерительной информации при поверке манометров была выбрана камера LOGITECH HD Webcam C270. Программная часть выполнена в National Instruments LabVIEW. Система способна определить расстояние от платформы робота до объекта препятствия. Программная часть выполнена в National Instruments LabVIEW.

В процессе исследования были изучены особенности и преимущества технического зрения. Проведен анализ готовых разработок, используемых на российских предприятиях в области метрологии.

В результате исследования были решены ряд вопросов связанных с разработкой устройства.

Разработанное техническое зрение может применяться в сферах коммунального хозяйства, нефти-газодобывающих компаний, удаленных и распределительных системах.

Содержание

Введение.....	16
1 Обзор методов и средств для поверки манометров.....	17
1.1 Разновидности манометров.....	19
1.2 Проведение поверки	26
2 Система технического зрения при автоматизации средств измерений.....	31
2.1 Особенности и преимущества системы технического зрения.....	32
2.2 Обзор разработок технического зрения в области метрологии....	34
3 Разработка технического зрения на основе NI myRIO.....	37
3.1 Алгоритмы технического зрения.....	42
3.2 Шаблон проектирования приложений машинного зрения.....	44
3.3 Выбор и калибровка веб-камеры.....	49
3.4 Разработка программного обеспечения для оцифровки показаний аналоговых манометров.....	51
4 Мехатронный модуль линейного движения для позиционирования камеры системы машинного зрения.....	58
4.1 Подбор электродвигателя ММД.....	58
4.2 Расчет характеристик передаточного механизма ММД.....	62
4.3 Основные размеры бескорпусных ШВП.....	63
4.4 Исходные данные для расчёта.....	63
4.5 Выявление максимальных параметров	63
4.6 Расчет передачи на статическую прочность.....	65
4.7 Проверка винта на статическую устойчивость.....	65
4.8 Проверка на динамическую устойчивость.....	65
4.9 Определение КПД.....	66
4.10 Расчет геометрии профиля резьбы.....	67
4.11 Расчёт стержня винта на прочность.....	68

4.12 Подбор информационных устройств для обеспечения обратной связи в ММД.....	69
5 Социальная ответственность.....	74
6 Финансовый менеджмент.....	92
Заключение.....	120
Список литературы.....	121
Приложение А «COMPUTER VISION».....	124

Введение

Актуальность темы. Давление наиболее распространенный измеряемый параметр, который является одним из ключевых, для большинства технологических установок в различных отраслях промышленности. Для безопасности предприятий, заводов и т.д. необходим точный контроль и измерение давления. Конкуренция среди производителей в данной области приборостроения высока и заставляет предприятия развиваться, улучшая качество выпускаемой продукции повышением требований к точности, достоверности, быстродействию процессов измерения. Осваивать новые технологии и осуществляя автоматизации процессов изготовления и выпуска манометров.

Соответствующая проблема автоматизации съема показаний со шкалы стрелочных измерительных приборов, возникающая в процессе их изготовления и выходного контроля, решалась отдельно от других проблем, связанных с их производством. К настоящему времени в области автоматизации поверки стрелочных приборов сложилось два направления, которые различаются по методу решения задачи, но достигающие примерно равных результатов:

- Первое направление - это методики исследования механизма прибора вне его связи со шкалой, которые успешно применяются в поверке электроизмерительных приборов

- Второе направление - это разработки, которые осуществляют непосредственный съем показаний со шкалы поверяемого прибора средствами технического зрения [1].

1 Обзор методов и средств поверки манометров

а) Калибровка манометров

Калибровка средств измерений – совокупность операций, по установлению соотношения между значением величины, полученным с помощью данного СИ и значением той же величины, воспроизводимой эталоном, выполняемых с целью определения действительных значений метрологических характеристик. Калибровке подвергают СИ, не применяемые в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений [6].

б) Поверка манометров

Поверка средств измерений - установление пригодности к применению СИ на основании экспериментально определяемых метрологических характеристик и подтверждения их соответствия установленным обязательным требованиям [6]. Поверке подвергают только средства измерений, применяемые в сфере СГРОЕИ [5]. Если погрешность средства измерений выше допустимой, оно для дальнейших измерений непригодно. При поверке манометров образцовые приборы обеспечивают получение исходных показаний, с которыми сравнивают показания поверяемых приборов, т. е. производится непосредственное сличение поверяемого прибора с образцовым [3]. Тремя наиболее распространёнными типами образцовых приборов являются:

- U-образные манометры,
- Грузопоршневые манометры
- Образцовые деформационные манометры.

Приборы для измерения давления классифицируются по принципу действия, по уровню измеряемого давления, классу точности. По принципу действия приборы делятся на:

- 1) жидкостные, у которых измеряемое давление сравнивается с гидростатическим давлением столба жидкости;

2) грузопоршневые, которые основаны на сравнении измеряемого давления с давлением, создаваемым аттестованными грузами, действующими на калиброванный плунжер;

3) деформационные (пружинные), у которых измерение давления производится по деформации различных упругих элементов, возникающей под действием регистрируемого давления;

4) электрические, основанные на прямом или косвенном преобразовании давления в какую-либо электрическую величину. Приборы данного типа широко применяются в лабораториях для исследовательских целей;

5) прочие, к которым можно отнести тепловые, акустические, оптические и др.

Классификация манометров зависит в основном от принципа действия, вида измеряемого параметра, сферы, в которой применяется средство измерения, а также способа отображения результата [4].

Как правило, на производстве чаще всего используются самые часто встречаемые деформационные (пружинные) манометры. Они имеют простую конструкцию, которая пригодна для ремонта. Пределы их измерения обычно составляют от 0,1 до 4000 Бар. Непосредственно сам чувствительный элемент такого механизма представляет собой трубку овального сечения, которая под действием давления ужимается (трубка Бурдона) [7]. Давящая на трубку сила передается по специальному механизму на стрелку, которая проворачивается под определенным углом, указывая на шкалу с разметкой (рис.1).

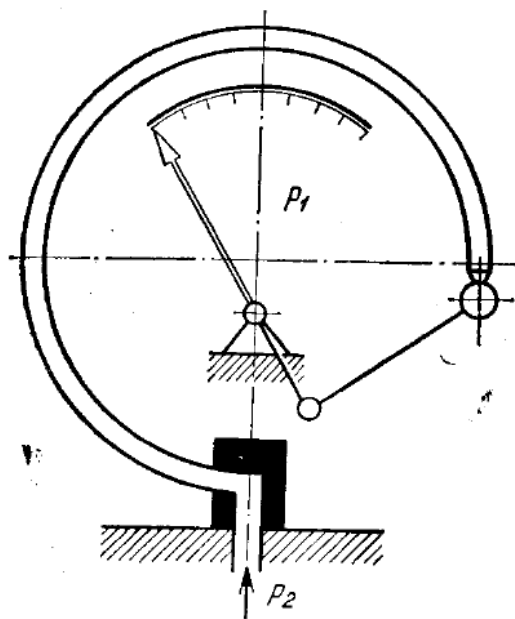


Рисунок 1 - Манометры с одновитковой трубчатой пружиной

Манометр состоит из следующих основных компонентов:

- пружина (чувствительный элемент),
- механизм (преобразует деформирование пружины в положение стрелки на циферблате),
- циферблат,
- стрелка (возможны и другие компоненты).

Механизм в свою очередь состоит из более мелких деталей:

- тяга,
- сектор,
- трибка.

В процессе изготовления манометров параметры некоторых компонентов, деталей могут меняться от изделия к изделию, следовательно, меняются и их показания. Поэтому после сборки прибора, требуется его регулировка и поверка.

1.1 Разновидности манометров

Манометры используются во многих системах, где присутствует давление, которое должно находиться на четко заданном уровне.

Применение прибора позволяет вести за ним контроль, поскольку недостаточное или избыточное воздействие может навредить различным технологическим процессам. Кроме этого, превышение нормы давления является причиной разрыва емкостей и труб [9]. В связи с этим создано несколько разновидностей манометров рассчитанных под определенные условия работы:

1. Образцовые.
2. Общетехнические.
3. Электроконтактные.
4. Специальные.
5. Самопишущие.
6. Судовые.
7. Железнодорожные.

1. Образцовый манометр предназначен для поверки другого подобного измерительного оборудования. Такие устройства определяют уровень избыточного давления в различных средах. Подобные приборы оснащены особо точным механизмом, дающим минимальную погрешность. Класс точности у них составляет от 0,05 до 0,2.



Рисунок 2 - Образцовый манометр

2. Общетеchnические применяются в общих средах, которые не замерзают в лед. Такие приборы имеют класс точности от 1,0 до 2,5. Они устойчивы к вибрации, поэтому могут устанавливаться на транспорте и системах отопления.



Рисунок 3 - Общетеchnический манометр

3. Электроконтактные предназначены специально для контроля и предупреждения о достижении верхней отметки опасной нагрузки, способной разрушить систему. Такие приборы используются с различными средами, такими как жидкости, газы и пары. Данное оборудование имеет встроенный механизм управления электроцепями. При появлении избыточного давления манометр подает сигнал или механическим способом отключает снабжающее оборудование, нагнетающее давление. Также электроконтактные манометры могут включать специальный клапан, который сбрасывает давление до безопасного уровня. Такие приборы предотвращают аварии и взрывы на котельных.



Рисунок 4 - Электроконтактный манометр

4. Специальные манометры предназначены для работы с определенным газом. Такие приборы обычно имеют цветные корпуса, а не классические черные. Цвет соответствует газу, с которым может работать данный прибор. Также на шкале применяется специальная маркировка. К примеру, манометры для измерения давления аммиака, которые обычно устанавливаются в промышленных холодильных установках, окрашены в желтый цвет. Подобное оборудование имеет класс точности от 1,0 до 2,5.



Рисунок 5 - Специальный манометр

5. Самопишущие применяются в сферах, где требуется не только вести визуальный контроль за давлением системы, но и фиксировать показатели. Они пишут диаграмму, по которой можно просматривать динамику давления в любой промежуток времени. Подобные устройства можно встретить в лабораториях, а также на тепловых электростанциях, консервных заводах и прочих пищевых предприятиях.

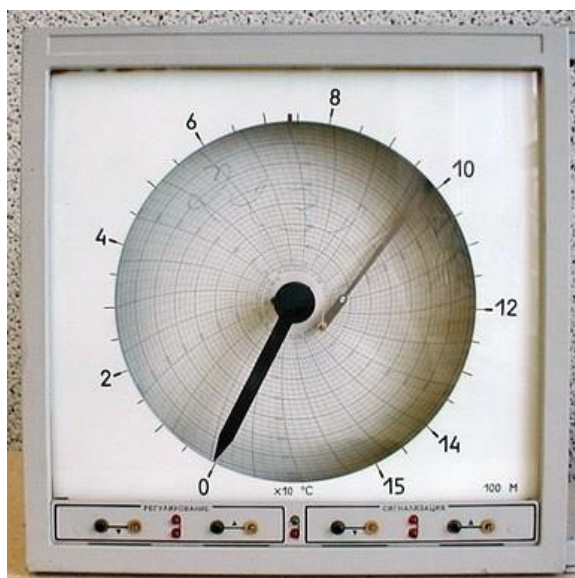


Рисунок 6 - Самопишущий манометр

6. Судовые включают широкий модельный ряд манометров, которые имеют защищенный корпус от атмосферного воздействия. Они могут работать с жидкостью, газом или паром. Имена их можно встретить на уличных газовых распределителях.



Рисунок 7 - Судовой манометр

7. Железнодорожные манометры предназначены для контроля за избыточным давлением в механизмах, которые обслуживают рельсовый электротранспорт. В частности, их применяют на гидравлических системах, передвигающих рельсы при разведении стрелы. Подобные устройства имеют повышенную стойкость к вибрации. Они не только устойчиво переносят встряску, но при этом указатель на шкале не реагирует на механическое воздействие на корпус, точно отображая уровень давления в системе [9].



Рисунок 8 - Железнодорожные манометры

Недостатки и преимущества аналоговых СИ

У цифровых манометров в сравнении с аналоговыми значительно больше преимуществ. Полученный в цифровом виде результат можно отправить на большее расстояние без ухудшения качества. К тому же управлять аналоговой системой значительно труднее, чем цифровой.

Однако основным преимуществом аналоговых приборов является высокая точность измерений и высокая скорость обработки информации.

Такие манометры обеспечивают необходимую прозрачность процессов и работы оборудования, кроме того, показания манометров, совместно с другими технологическими измерениями, позволяют достичь максимальной производительности и безопасной работы установки.

Измерения просматриваются, считываются и регистрируются персоналом предприятия вручную. При запуске объекта, персонал считывает показания манометров непосредственно в местах их установки. Так же, показания используются операторами в диспетчерской для контроля правильности работы процесса и внесения корректировок для оптимизации процессов. Показания манометра вводятся в системы управления активами вручную и используются для планирования и выполнения технического обслуживания.



Рисунок 9 - Поверка общетехнического манометра на предприятии
АО «ПО Физтех»

1.2 Проведение поверки

1) Внешний осмотр

- При внешнем осмотре должно быть установлено отсутствие механических повреждений корпуса, штуцера (препятствующих присоединению и не обеспечивающих герметичность и прочность соединения), стрелки (пера), стекла и циферблата, влияющих на эксплуатационные свойства. Стекло и защитное покрытие циферблата должно быть чистыми и не иметь дефектов, препятствующих правильному отсчету показаний.
- Соединение корпуса с держателем должно быть прочным, не допускающим смещения корпуса.
- Приборы, забракованные при внешнем осмотре, дальнейшей поверке не подлежат [2].

2) Установка стрелки (пера) на нулевую отметку шкалы (нулевую отсчетную линию диаграммы). Проверка положения стрелки (пера) у нулевой отметки шкалы (нулевой отсчетной линии диаграммы)

- Перед установкой стрелки (пера) на нулевую отметку (нулевую отсчетную линию диаграммы) или проверкой положения стрелки (пера) у нулевой отметки (нулевой отсчетной линии диаграммы) прибор необходимо выдержать под давлением в пределах $(90+100)\%$ верхнего предела измерений, в течение 1+2 мин.

- Стрелка (перо) прибора, имеющего корректор нуля, при отсутствии давления должна быть установлена по центру нулевой отметки шкалы (нулевой отсчетной линии диаграммы).

- Стрелка (перо) прибора, не имеющего корректор нуля, должна при отсутствии давления располагаться на нулевой отметке шкалы (нулевой отсчетной линии диаграммы) с отклонением не более предела допускаемой основной погрешности, если иное не оговорено в документации на прибор. Примечание. У приборов, имеющих упор, стрелка должна быть на упоре. Допускается отклонение стрелки от упора на значение, не превышающее предела допускаемой основной погрешности [2].

3) Определение основной погрешности и вариации

- Основную абсолютную погрешность прибора необходимо определять как разность между показаниями (записью) прибора и действительным значением давления по образцовому прибору.

- Выбор образцовых приборов осуществляет метрологическая служба предприятия, исходя из технико-экономических расчетов и технических возможностей с учетом критериев достоверности поверки.

- При выборе образцовых приборов для определения погрешности прибора должно быть соблюдено следующее условие:

$$\frac{\Delta_0}{D} \cdot 100\% \leq \alpha_p \cdot \gamma \quad (1)$$

где Δ_0 - предел допускаемой абсолютной погрешности образцового прибора на проверяемых отметках шкалы;

D - диапазон показаний (записи) поверяемого прибора;

α_p - отношение предела допускаемого значения погрешности образцового прибора, применяемого при поверке, к пределу допускаемого значения основной погрешности прибора (для государственной и арбитражной поверки α_p не должно превышать (0,25);

γ - предел допускаемой основной погрешности прибора в процентах от нормированного значения (диапазона измерений или суммы диапазонов измерений для мановакуумметров и тягонапорометров).

Значения Δ_0 и D должны быть выражены в одних и тех же единицах давления.

- Поверка приборов должна проводиться одним из способов:

а) заданное давление устанавливают по образцовому прибору, а показание отсчитывают по поверяемому прибору;

б) стрелку (перо) поверяемого прибора устанавливают на проверяемую отметку шкалы (отсчетную линию диаграммы), а действительное давление отсчитывают по образцовому прибору.

- Отсчитывание с показаний приборов при их поверке должно проводиться с точностью до 0,1 цены деления. Для устранения параллакса при отсчете показаний направление зрения должно проходить через указательный конец стрелки перпендикулярно поверхности циферблата. Если стрелка имеет ножевой конец, направление зрения должно быть в плоскости лезвия ножа.

- Число проверяемых точек шкалы (диаграммы) приборов класса точности 0,6 должно быть не менее 8, класса точности I; 1,6 и 2,5 - не менее 5, класса точности 4 - не менее 3, и включать нижнее и верхнее предельное значение давления. Проверяемые точки должны быть распределены примерно равномерно в пределах всей шкалы (диаграммы) [2].

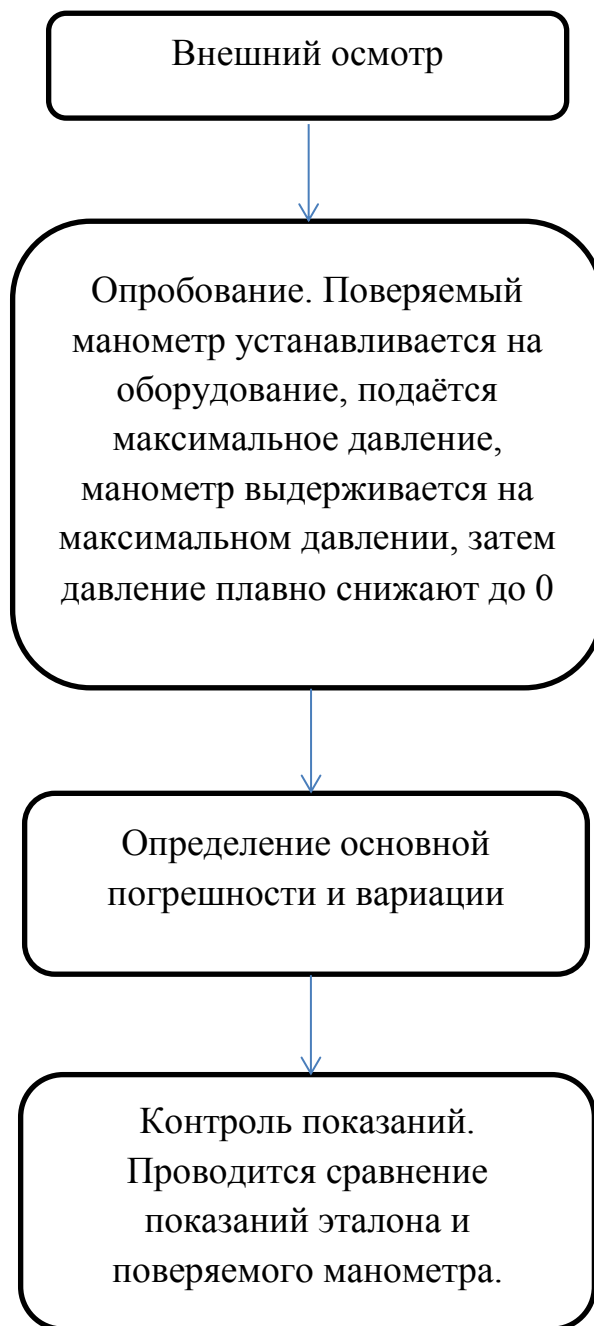


Рисунок 10 – Основные этапы проведения поверки СИ

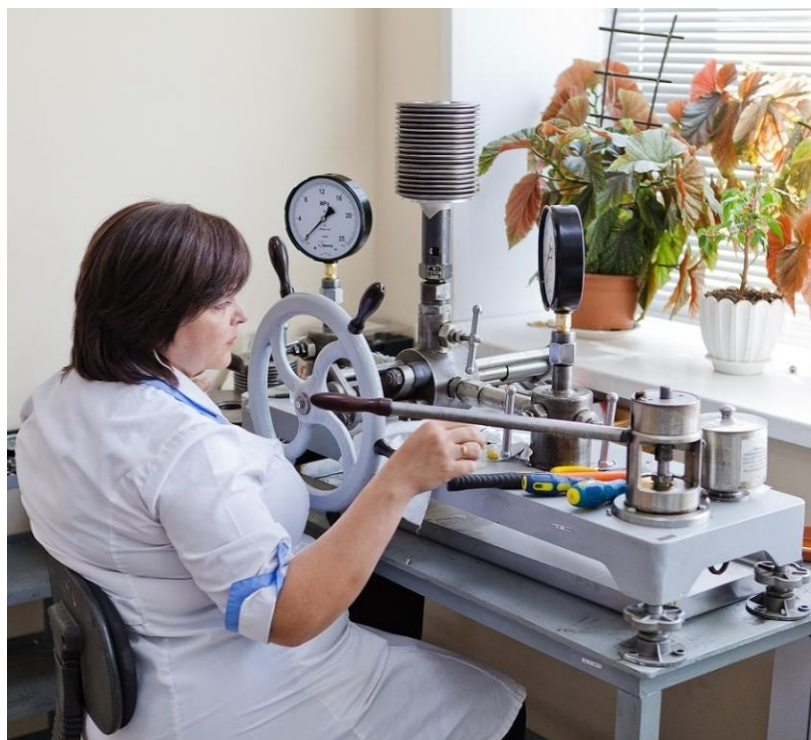


Рисунок 11 - Поверка общетехнического манометра на предприятии
АО «ПО Физтех»



Рисунок 12 – Пример работы установленных манометров на станции
подачи давления

2 Система технического зрения при автоматизации средств измерений

Автоматизация учета и контроля метрологического обеспечения средств измерений в настоящее время является одним из главных вопросов, решаемых метрологическими службами предприятий.

Основная задача метрологической службы заключается в учете средств измерений, планировании и контроле работ по обеспечению единства измерений согласно требованиям Федерального закона от 26 июня 2008 г. N 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» [5].

Большой объем метрологических работ делает актуальным вопрос повышения производительности труда. А возрастающие требования к точности и быстродействию средств измерений вызывают необходимость автоматизации процесса измерений при проведении поверки с использованием средств вычислительной техники и унифицированных электронных комплексов. Под автоматизацией поверки следует понимать не автоматизацию в целом, а автоматизацию определенных операций или отдельных процедур. Общими операциями поверки являются внешний осмотр, опробование и определение основных метрологических характеристик средств измерений. Первые две операции трудно поддаются автоматизации, третья операция, отражающая реальные метрологические характеристики поверяемого средства измерений, вполне доступна для автоматизации поверочных работ. В процессе проведения автоматизации последней операции следует произвести некоторую последовательность действий:

- подключение поверяемого средства к поверочному оборудованию;
- подача на вход поверяемого средства измерений тестового сигнала;
- фиксация показаний поверяемого средства измерений;
- обработка результатов измерений;

- установление факта пригодности или непригодности поверяемого средства измерений;

- выдача документа с результатами поверки и заключением.

Автоматизация процесса поверки обуславливает:

- возможность реализации всех требований стандартов к поверяемым параметрам;

- снижение или полное исключение «человеческого фактора» при поверке средств измерений (СИ);

- повышение достоверности измерений;

- возможность увеличения экономической эффективности за счет снижения времени на поверку одного прибора.

2.1 Особенности и преимущества системы технического зрения

Система технического зрения — это специальное сенсорное устройство, с помощью которого можно обеспечить получение качественных изображений, их последующую обработку и преобразование [8]. Стоит отметить, что СТЗ имеет огромную информативную емкость и на более чем 80% влияет на уровень информативности полученных данных.

Компоненты системы технического зрения

В стандартном исполнении СТЗ состоит из нескольких значимых элементов:

- Цифровые камеры с оптической системой для получения изображения.

- Процессор (в большинстве случаев — встроенный, но иногда используется многоядерный процессор ПК) для работы с информацией.

- Программное обеспечение для изучения специфических параметров объектов, определения их форм, размеров.

- Каналы связи с любыми типами оборудования.

- Источники света (светодиоды, люминесцентные лампы и др.).

Принципы работы системы технического зрения

Работа данного устройства базируется на использовании компьютерного зрения. Машинное зрение невозможно сравнить с человеческим. Оно осуществляется с помощью изучения компонентов изображения, проведения быстрого и качественного анализа, а также сравнения полученных сведений с ранее заложенными в базе[8].

Система технического зрения применяет несколько методов обработки информации: сегментация, подсчет пикселей, декодирование, работа по контуру, бинаризация, символьное распознавание, сопоставление шаблонов и др.

Основные преимущества СТЗ

Современные системы технического зрения отличаются рядом значительных преимуществ:

1) Понятный, простой интерфейс. Для обучения работе с программным обеспечением СТЗ достаточно элементарных знаний работы с техникой. Даже пользователь, никогда не имевший дело с таблицами, может использовать СТЗ. Устройство простое в настройке и не требует от работников глубоких знаний в области программирования.

2) Прекрасные рабочие характеристики. СТЗ отличается высокой скоростью работы, производительностью, максимальной точностью измерений, работой в круглосуточном режиме, небольшим количеством ошибок.

3) Многофункциональность. Для решения широкого спектра задач производства и науки используются специализированные системы, которые производят подсчет количества элементов на конвейере, чтение номеров серии, контроль качества приклеивания различных элементов и т.д.

Использование СТЗ гарантирует сведение к минимуму риска пропуска бракованных объектов к сбыту и позволяет довести практически до нуля возможность производственной ошибки.

2.2 Обзор разработок технического зрения в области метрологии

Исследование российского рынка разработчиков технологии машинного зрения показывает, что количество фирм, занимающихся компьютерным зрением, относительно невелико. В качестве примера приведено две компании, которые разрабатывают системы технического зрения в области метрологических измерений.

1. Научно-производственное предприятие "Призма"

Предприятие находится в городе Екатеринбурге, которое занимается разработкой и внедрением контрольно-измерительных систем на основе производимых датчиков, а также разработками технического зрения для измерения геометрических размеров плоских изделий [10].

Принцип работы системы технического зрения для измерения геометрических размеров плоских изделий

Установка состоит из четырёх высокоточных модулей позиционирования с оптическими линейками. На каждом модуле позиционирования расположена специальная камера с телецентрическим объективом и светодиодной подсветкой.

Изначально предполагается, что измеряемое изделие (лист) представляет собой неправильный четырёхугольник. В процессе настройки системы камеры выставляются так, чтобы в область обзора каждой из них попадал один угол листа. Все камеры перемещаются в одной плоскости, расположенной параллельно конвейерной ленте подачи листов.

Кроме этого, в системе имеется лазерный датчик положения кромки листа LS5. Момент прохождения кромки листа воспринимается им как перепад показания, поэтому он выдаёт на камеры синхросигнал, служащий командой для одновременной экспозиции. По полученными изображениям производится расчет координат углов листа в системах координат камер. Далее размеры листа рассчитываются, исходя из координат углов в системах координат камер и показаний оптических линеек. Оптические линейки дают информацию о координатах камер.

Проведя измерение листа, установка делает вывод о принадлежности его к той или иной группе продукции и выдаёт сигналы другим исполнительным механизмам для направления листа в соответствующий штабель.

Каждая из камер может независимо перемещаться отдельным актюатором. Благодаря этому установка может автоматически подстраиваться под размеры листа, перемещая камеры в заранее заданные координаты.

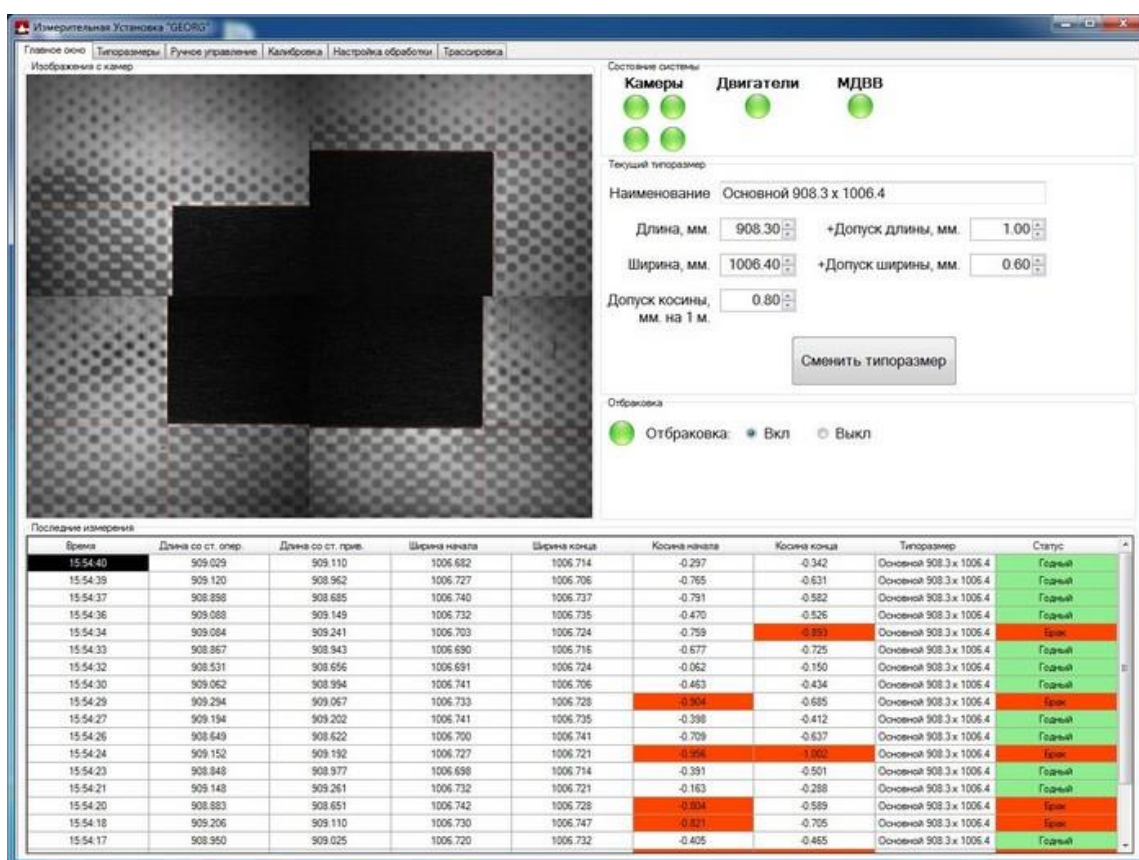


Рисунок 13 - Пример работы программного обеспечения системы технического зрения для измерения геометрических размеров плоских изделий на конвейере

2. Томский манометровый завод ОАО «Манотомь»

Работы данного предприятия по автоматизации поверки и градуировки стрелочных приборов, в том числе – манометров, направлены на создание контрольно-измерительных систем (КИС), предназначенных для контроля

метрологических характеристик стрелочных приборов [12]. Основными составляющими измерительной системы являются: компьютер с пакетом прикладного программного обеспечения; программно-управляемый источник тестового сигнала; стенд для размещения поверяемых приборов; видеоблок; печатающее устройство для вывода протоколов поверки (рисунок 14). Формирование тестового сигнала осуществляется в зависимости от наличия программно-управляемых средств задания давления – автоматически по заданной программе, или оператором, по запросу программы с помощью образцового прибора средствами формирования давления с ручным управлением. В свою очередь, при использовании программно-управляемого формирователя тестового сигнала, не имеющего достаточного метрологического запаса по отношению к поверяемому прибору, значение тестового сигнала определяется по образцовому манометру автоматически с помощью дополнительной ТВ-камеры. Таким образом, применительно к разным видам измерений разработана универсальная конфигурация КИС, обеспечивающая поверку стрелочных манометров, как по методу образцового сигнала, так и по методу образцового прибора.

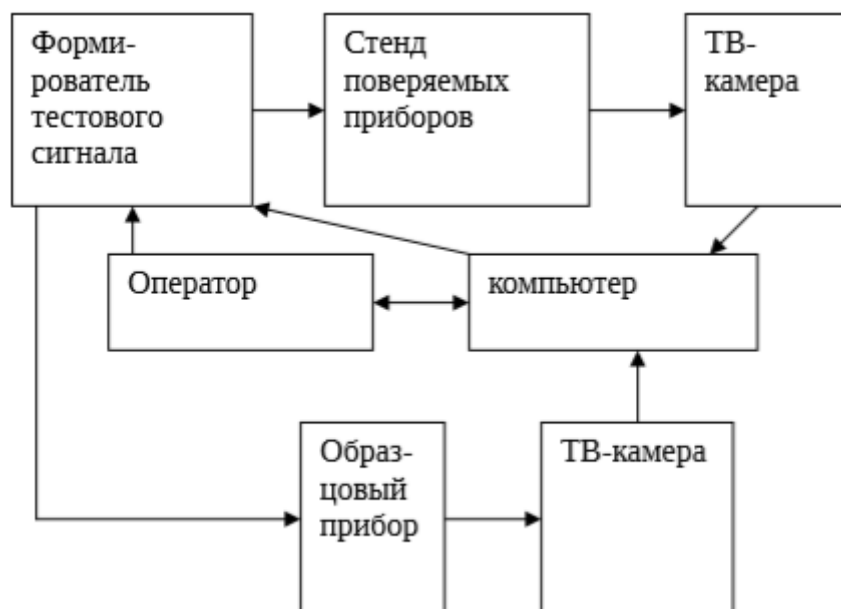


Рисунок14 - Основные составляющие измерительной систем

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

5.1 Производственная безопасность

5.1.1 Анализ вредных и опасных факторов

В таблице 4 показаны опасные и вредные факторы, возникающие при эксплуатации системы управления в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015. [17]

Таблица 4 - Опасные и вредные факторы при эксплуатации системы управления нагревателя

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы	
	Вредные	Опасные
1) Работа ключевых элементов; 2) Наблюдение за показаниями при помощи дисплея. 3) Подключение системы к источнику питания (сети)	1. Неправильная освещённость рабочей зоны; 2. Отклонение микроклиматических параметров; 3. Повышенный уровень электромагнитных излучений; 4. Наличие токсикантов.	1. Электрический ток; 2.Пожароопасность.

5.1.2 Естественная освещенность

Правильное освещение помещений и рабочих зон одно из главных условий создания безопасных и благоприятных условий труда. При недостаточной освещенности развивается утомление зрения, понижается общая работоспособность и производительность труда, возрастает количество брака, повышается опасность производственного травматизма, низкая освещенность способствует развитию близорукости.

Рабочая зона или рабочее место разработчика освещается таким образом, чтобы можно было отчетливо видеть процесс работы, не напрягая зрения, а также исключается прямое попадание лучей источника света в глаза. Кроме того, уровень необходимого освещения определяется степенью точности зрительных работ. Наименьший размер объекта различения

составляет 0,5 - 1 мм. В помещении отсутствует естественное освещение. По нормам освещенности [19] и отраслевым нормам, работа за ПК относится к зрительным работам высокой точности для любого типа помещений.

Таблица 5 – Нормирование освещённости для работы за ПК:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Высокой точности	От 0,3	Б	1	Более 70	300	100	40	15	3,0	1,0
	От 0,5		2	Менее 70	200	75	60	20	2,5	0,7

где 1 -характеристика зрительных работ;

2 -наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм;

3-разряд зрительной работы;

4 -подразряд зрительной работы;

5 -относительная продолжительность зрительной работы, %;

6 -освещенность на рабочей поверхности от системы общего искусственного освещения, лк;

7 -цилиндрическая освещенность, лк;

8-показатель дискомфорта;

9-коэффициент пульсации освещенности, %;

10-КЕО при верхнем освещении, %;

11-КЕО при боковом освещении, % .

Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПК, представлены в таблице 6. [19]

Таблица 6 – Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПК [23]:

Освещенность на рабочем столе	300-500 лк
Освещенность на экране ПК	не выше 300 лк
Блики на экране	не выше 40 кд/м2
Прямая блескость источника света	200 кд/м2
Показатель ослеплённости	не более 20

Показатель дискомфорта	не более 15
Отношение яркости:	
– между рабочими поверхностями	3:1–5:1
– между поверхностями стен и оборудования	10:1
Коэффициент пульсации	не более 5%

Согласно, действующим ГОСТР 50948; ГОСТР 50949; СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; СНиП 23-05-10 для искусственного освещения регламентировано наименьшая допустимая освещенность рабочего места 300лк. - 500лк., яркость светящихся поверхностей (окна светильники и др.), находящихся в поле зрения $<200\text{кд/м}^2$, коэффициент пульсации $<5\%$. Измерения освещенности рабочих мест производится с помощью люксметров.

Для определения обеспечения уровня освещённости произведём расчёт системы искусственного освещения для помещения лаборатории:

Площадь помещения:

$$S = A \cdot B = 15 \cdot 10 = 150\text{м}^2 \quad (34)$$

В качестве источника света выбираем газоразрядную люминесцентную лампу дневного света ЛД-40, световой поток $\Phi_{\text{ЛД}}$ которой равен 2600 Лм. Т.к. данное лабораторное помещение обладает умеренной влажностью и запылением, а также хорошим отражением потолка и стен, то в качестве светильника выбираем открытые двухламповые типа ОДОР-2-40.

Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1227 мм, ширина – 265 мм.

Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен $K_3 = 1,5$. Коэффициент неравномерности люминесцентных ламп $Z = 1,1$. Принимаем $\square = 1,1$. Высоту светильников h_c принимаем равной 0,5 м.

Высота светильника над рабочей поверхностью:

$$h = H - h_{\text{рп}} - h_c = 4,5 - 1 - 0,5 = 3\text{м} \quad (35)$$

Расстояние между соседними рядами:

$$L = \lambda \cdot h = 1,1 \cdot 3 = 3,3\text{м} \quad (36)$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{3,3}{3} = 1,1\text{м} \quad (37)$$

Число рядов светильников в помещении:

$$N_b = \frac{B}{L} = \frac{10}{3,3} = 3,03 \approx 3\text{м} \quad (38)$$

Число светильников в ряду:

$$N_a = \frac{A}{L} = \frac{15}{3,3} = 4,54 \approx 5\text{м} \quad (39)$$

Общее число светильников:

$$N = N_a \cdot N_b = 5 \cdot 3 = 15\text{м} \quad (40)$$

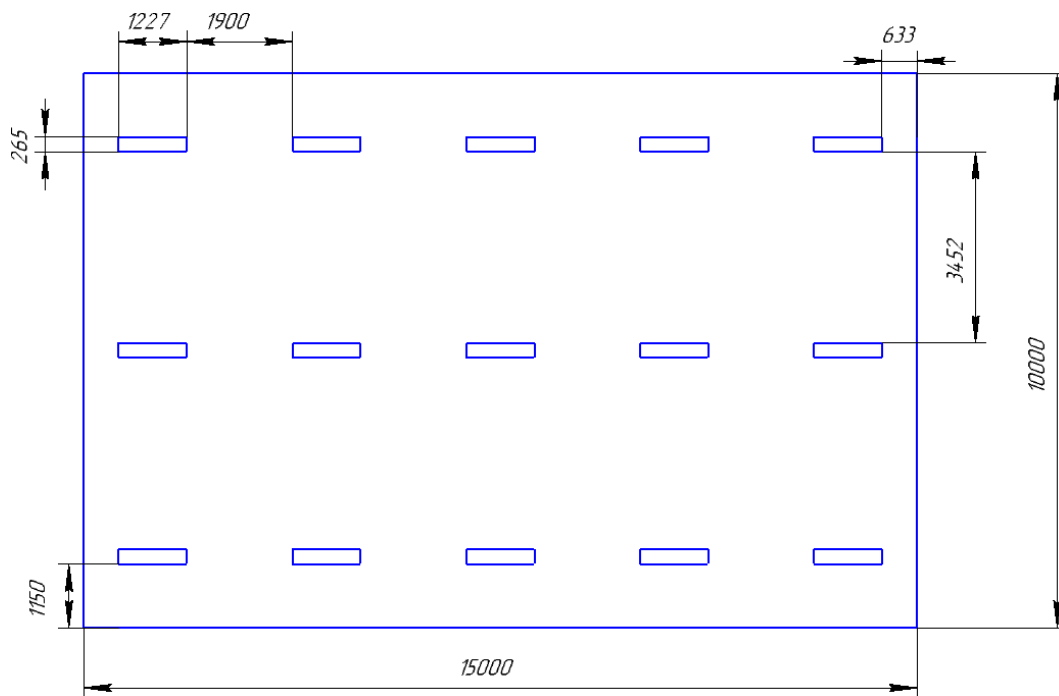


Рисунок 38 – План размещения светильников с люминесцентными лампами

Индекс помещения:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{15 \cdot 10}{3 \cdot (15 + 10)} = \frac{150}{75} \approx 2 \text{ м} \quad (41)$$

Коэффициент использования светового потока:

$$\eta = 0,6$$

Световой поток люминесцентной лампы:

$$\Phi = \frac{E \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 150 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{30 \cdot 0,6} = 2750 \text{ лм} \quad (42)$$

Проверка выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{лд}} - \Phi_{\text{п}}}{\Phi_{\text{лд}}} \cdot 100\% \leq 20\% \quad (43)$$

$$\frac{2600 - 2750}{2600} = -5,8\% \quad (44)$$

5.1.3 Микроклимат

Благоприятные (комфортные) метеорологические условия на производстве являются важным фактором в обеспечении высокой производительности труда и в профилактике заболеваний. При несоблюдении гигиенических норм микроклимата снижается работоспособность человека, возрастает опасность возникновения травм и ряда заболеваний, в том числе профессиональных.

По степени физической тяжести работа инженера-программиста относится к категории лёгких работ. В соответствии с временем года и категорией тяжести работ определены параметры микроклимата согласно требованиям [21] и приведены в Таблице 7.

Таблица 7 – Оптимальные параметры микроклимата рабочего места:

Период года	Категория работ	Температура воздуха, 0С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Категория 1а	23-25	40-60	0,1
Тёплый	Категория 1а	20-22	40-60	0,1

В зимнее время в помещении предусмотрена система отопления. Она обеспечивает достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В соответствии с характеристикой помещения определен расход свежего воздуха согласно [22] и приведен в Таблице 8.

Таблица 8 – Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры:

Характеристика помещения	Объемный расход подаваемого в помещение свежего воздуха
Объем до 20 м3 на человека	Не менее 30
20...40 м3 на человека	Не менее 20

5.1.4 Шумы

Вентиляция производственных помещений предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных

выделений производства, а также для сохранности оборудования. Она служит одним из главных средств оздоровления условий труда, повышение производительности и предотвращения опасности профессиональных заболеваний. Система вентиляции обеспечивает снижение содержания в воздухе помещения пыли, газов до концентрации, не превышающей ПДК. Проветривание помещения проводят, открывая форточки. Проветривание помещений в холодный период года допускается не более однократного в час, при этом нужно следить, чтобы не было снижения температуры внутри помещения ниже допустимой. Воздухообмен в помещении можно значительно сократить, если улавливать вредные вещества в местах их выделения, не допуская их распространения по помещению. Для этого используют приточно-вытяжную вентиляцию. Кратность воздухообмена не ниже 3.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 82 дБА. В нашем случае этот параметр соответствовал значению 75 дБА [38].

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

СКЗ

-устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;

- изоляция источников шума от окружающей среды средствами

звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения (виброизоляции – виброопора и любой вид упругого материала (резина, резина и металл, арматура), шумоизоляции – вата, пробковые панели, полиуретановые плиты, звукоизоляции – мембраны и панели);

- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

СИЗ

-применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

5.1.5 Уровень электромагнитных излучений

Энергетическое влияние электромагнитного излучения может быть различной степени и силы. От неощутимого человеком (что наблюдается наиболее часто) до теплового ощущения при излучении высокой мощности, но подобный эффект проявляет себя только при превышении допустимого уровня. Помимо электромагнитного излучения, при работе компьютера образуется электростатическое поле, оно способно деионизировать окружающий воздух. Компьютер, при долгой работе, нагревается, что делает воздух не только слабо ионизированным, но и сухим. Такой воздух является очень вредным, он тяжелый для дыхания и способствует, при благоприятной среде, развитию многих аллергических заболеваний и, соответственно болезней органов дыхания.

В данной выпускной работе будет рассматриваться такой источник электромагнитного поля как персональный компьютер.

По [23] энергетическая экспозиция за рабочий день не должна превышать значений, указанных в таблице 9.

Таблица 9 – Предельно допустимые значения энергетической экспозиции

Диапазоны частот	Предельно допустимая энергетическая экспозиция		
	По электрической составляющей,	По магнитной составляющей,	По плотности потока энергии
30 кГц - 3 МГц	20000,0	200,0	х
3 - 30 МГц	7000,0	Не разработаны	х
30 - 50 МГц	800,0	0,72	х
50 - 300 МГц	800,0	Не разработаны	х
300 МГц - 300 ГГц	х	х	200,0

Таблица 10 – Допустимые значения электромагнитного излучения

Электромагнитное излучение	
при напряженности эл.маг. поля 10 мкpBт/см ²	время контакта – 8 часов
при напряженности эл.маг. поля 10-100 мкpBт/см ²	время контакта не более 2 часов
при напряженности эл.маг. поля 100-1000 мкpBт/см ²	время контакта не более 20 минут
Для населения	1 мкpBт/см ²

Средства защиты сотрудников от электромагнитных излучений, исходящих от монитора компьютера:

- выбор рациональных режимов работы компьютера;
- ограничение времени работы за компьютером, перерывы в работе;
- выполнение упражнений для глаз и шеи;
- защита расстоянием, т.е. максимально возможное удаление рабочего места от источников электромагнитного излучения;
- рациональное размещение источников электромагнитного излучения;

- защитные фильтры для мониторов;
- использование СИЗ (защитные очки со спектральными фильтрами).

5.1.6 Наличие токсикантов

При выполнении работ по поверке манометров на производстве применяются грузопоршневые манометры, рабочей жидкостью которых является трансформаторное масло. Трансформаторное масло изготавливается в соответствии с требованиями стандарта из сырья и по технологическому регламенту, который применялся при изготовлении образцов масел, прошедших испытания с положительными результатами и допущенных к применению в установленном порядке. Трансформаторные масла являются малоопасными продуктами и по степени воздействия на организм человека относятся к 4-му классу опасности в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76.

Помещение, в котором производятся работы с маслом, должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией.

Предельно допустимая концентрация паров углеводородов масел в воздухе рабочей зоны 300 мг/м³.

При работе с трансформаторными маслами должны применяться индивидуальные средства защиты согласно типовым правилам, утвержденным в установленном порядке [28].

При загорании масел используют следующие средства пожаротушения: распыленную воду, пену; при объемном тушении - углекислый газ, состав СЖБ, состав 3,5, пар.

5.3 Электробезопасность

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества. При работе с компьютером существует опасность электропоражения:

- при прикосновении к нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением (в случае нарушения изоляции токоведущих частей ПЭВМ);
- при прикосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением;
- имеется опасность короткого замыкания в высоковольтных блоках: блоке питания и блоке дисплейной развертки.

В зависимости от условий в помещении опасность поражения человека электрическим током увеличивается или уменьшается. Помещение, в котором находится рабочее место, относится к категории помещений без повышенной опасности [24]. Его можно охарактеризовать, как сухое, непыльное, с токонепроводящими полами и нормальной температурой воздуха. Температурный режим, влажность воздуха, химическая среда не способствуют разрушению изоляции электрооборудования.

Безопасность при работе с электроустановками обеспечивается применением различных технических и организационных мер. Основные технические средства защиты от поражения электрическим током:

- изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль;
- установка оградительных устройств;
- отдельные помещения для манипуляторов;
- предупредительная сигнализация и блокировки;
- защитное заземление;
- зануление;
- защитное отключение по [27]

Самый распространенный способ защиты от поражения электрическим током при эксплуатации измерительных приборов и устройств - защитное заземление, которое предназначено для превращения “замыкания на корпус” в “замыкание на землю”, с тем, чтобы уменьшить напряжение прикосновения и напряжение шага до безопасных величин (выравнивание потенциала).

5.4 Факторы пожарной и взрывной природы

Вопросы пожарной безопасности регулируются документами: ГОСТ 12.1.004-91, ГОСТ 12.2.037-78, СНиП 21-01-97.

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 – В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории А_н, Б_н, В_н, Г_н и Д_н.

Согласно НПБ 105-03 лаборатория относится к категории Б – горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. В частности, присутствуют органические и неорганические растворители.

Возникновение пожара в помещении, где установлена вычислительная и оргтехника, приводит к большим материальным потерям и возникновению чрезвычайной ситуации. Чрезвычайные ситуации приводят к полной потере информации и большим трудностям восстановления всей информации в полном объёме.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители

следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых или углекислотных огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу.

Для исключения возникновения пожара необходимо:

- вовремя выявлять и устранять неисправности;
- не использовать открытые обогревательные приборы, приборы кустарного производства в помещении лаборатории;
- определить порядок и сроки прохождения противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму, а также назначить ответственного за их проведения [25].

План эвакуации из лаборатории представлен на рисунке 39.



Рисунок 39 - Пути эвакуации

5.5 Экологическая безопасность

Для обеспечения экологической безопасности, при использовании ПК и периферии, следует приобретать технику, полностью соответствующую

стандарту, а также утилизировать, в соответствии со всеми правилами, все 70 комплектующие, после использования. Переработка вторичного сырья, дает возможность сохранять природные ресурсы и эффективно использовать материалы, которые уже отслужили своё. Это касается не только ПК и комплектующих, а также бумаги и др.

Отходы в виде макулатуры и периферии ПК в обязательном порядке сдаются в специальные аккредитованные центры утилизации.

Макулатура – изделия из бумаги и картона, вышедшие из употребления, один из видов твердых бытовых отходов, вторичное сырье, которое перерабатывается и идет на изготовление туалетной и типографской бумаги, картона для упаковок и тары, волокнистых плит, теплоизоляционных, кровельных и другого рода строительных материалов.

Сбор и сдача макулатуры в приемные пункты – это не только очищение офиса или дома, но и благородное занятие, поскольку тонны бумажного мусора (разного рода флаеры, листовки, рекламные газеты и т.д.), валяющиеся на улицах города, - путь к самому настоящему экологическому бедствию [26].

Комплектующие ПК - Компьютеры состоят из разных деталей, которые могут негативно сказаться на экологии территории, поэтому бездумное выбрасывание их на свалку может привести к серьезным последствиям. Запчасти, в которых есть свинец, ртуть, олово, отравляют почву и атмосферу, что приводит к гибели живых организмов. Кроме того, незаконный выброс опасного мусора привлечет к административной ответственности и обычных граждан, и юридических лиц.

Компьютерное оборудование не принадлежит к одному классу опасности, ведь оно содержит детали, которые по-разному будут взаимодействовать с окружающей средой, согласно [26] комплектующие ПК относятся к следующим классам опасности:

- ртутные лампы, используемые в ПК, ноутбуках, мониторах, являются чрезвычайно опасными, поэтому отнесены к I классу;

- платы и аккумуляторы, которые содержат свинец, кадмий или олово, относятся ко II классу опасности;
- трансформаторы и провода – к III классу;
- металлические детали практически безопасны, и им присвоена V степень опасности.

Утилизировать компьютерную технику нужно согласно рекомендации производителя продукта и в соответствии с [26]. Компьютеры перерабатываются по определенной схеме: составление паспорта отхода – проведение экологического исследования – разбор техники – сортировка комплектующих – дальнейшая переработка.

Учитывая, что разбираемые запчасти имеют разную степень опасности, их сортируют по вредности, чтобы легче было перевозить, перерабатывать или складировать на полигонах. Так, детали I и II класса хранятся в специально оборудованном, изолированном помещении. При этом отходы ПК упаковываются в герметичные контейнеры и цистерны с толщиной стенок минимум в 10 мм и могут храниться не более 24 часов на одном месте.

5.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Природными источниками чрезвычайных ситуаций (ЧС) на рассматриваемом рабочем месте могут быть сильные морозы зимой.

В случае сильных морозов, устройство управления и преобразователь напряжения могут корректно работать при температурах до -25°C . В обычных ситуациях достижение данных температур невозможно. Однако, в случае перебоев с теплоснабжением и отсутствия деятельности в помещении в течение длительного срока (например, новогодние праздники) может возникнуть ситуация, когда температура опустится ниже критической. Также ситуация может возникнуть в случае, если будет разбито окно. При создании и эксплуатации устройства может возникнуть чрезвычайная ситуация пожарного характера.

В качестве превентивных мер следует: обеспечить теплоизоляцию и обогрев помещения; установить устройства для измерения температуры (термометры) внутри помещения; разработать инструкцию для работы с оборудованием, предусматривающую проверку, что температура оборудования находится в рабочем диапазоне, регулярно проводить инструктажи работающего с оборудованием персонала.

В случае наступления чрезвычайной ситуации лучше отказаться от использования оборудования. Если это не представляется возможным, следует при помощи фена или тепловой пушки привести оборудование в рабочий диапазон температур и заизолировать. Рассеиваемая мощность электронных компонентов будет поддерживать температуру системы. Следует контролировать температуру на силовых ключах и микропроцессоре в диапазоне 0 – 60°C.

В системе может возникнуть авария по трём причинам: нарушение целостности преобразователя (скачок напряжения пробил силовые ключи), ошибка в логике работы системы управления, ошибка управляющего рабочим устройством персонала (подача нагрузок, на которые не рассчитана система питания).

Во всех трёх случаях можно выделить следующие превентивные меры: обеспечить систему электропитания устройствами защитного отключения; правильно организовать заземления; предусмотреть механизмы обесточивания помещения и средства пожаротушения. Кроме того, для избежания ошибок персонала требуется постоянно проводить проверки квалификации работающих с оборудованием сотрудников.

В случае наступления аварии следует проверить, сработало ли УЗО. Если УЗО сработало, то следует убедиться при помощи изолированных контрольно-измерительных приборов в отсутствии напряжения на оборудовании. Если УЗО не сработало, следует обесточить помещение и после этого убедиться в отсутствии напряжения на оборудовании.

Техногенными источниками чрезвычайных ситуаций (ЧС) на рабочем месте может быть несанкционированный доступ.

В целях предотвращения данного источника ЧС необходимо:

1. оборудовать лабораторию системой видеонаблюдения;
2. оборудовать лабораторию системой сигнализации;
3. организовать круглосуточную охрану и пропускную систему;
4. обеспечить надёжную систему связи.

5.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»
2. ГОСТ 12.1.003 – 2014 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности»
3. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»
4. ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ «Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов (с Изменением N 1)»
5. СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах»
6. СанПиН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»
7. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»
8. ГОСТ 12.4.154-85 ССБТ «Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты»
9. СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение»
10. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ «Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление (с Изменением N 1)»
11. ГОСТ 12.1.004-91. «Пожарная безопасность. Общие требования»

12. ГОСТ 12.2.037-78 «Техника пожарная. Требования безопасности»
13. СНиП 21-01-97 «Противопожарные нормы»
14. НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»
15. ГОСТ 12.1.007-76 "Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности"
16. ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью данного раздела является определение перспективности научно-исследовательской работы, оценка финансовой рентабельности, коммерческого и инновационного потенциала, планирование процесса управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Для достижения поставленной цели, необходимо:

- провести оценку коммерческого потенциала и перспективности разработки проекта;
- произвести планирование этапов выполнения исследования;
- рассчитать финансовые затраты на реализацию проекта;
- произвести оценку ресурсной и экономической эффективности проекта.

6.1 Потенциальные потребители результатов исследования.


При анализе потребителей результатов исследования следует выявить целевой рынок.

Целевой рынок – сегменты рынка, на которых предполагается продажа, разрабатываемого продукта.

Сегмент рынка — это выделенная часть рынка, группы потребителей, которые имеют ряд общих признаков. Для определения сегмента рынка продукции проводят его сегментирование. Это подразумевает деление потребителей продукции на группы, которым требуется определенный товар или услуга.

		Форма выпуска продукции	
		Единичные заказы	Партия
Размер капитала организации	Крупный		
	Средний		
	Малый		

Рисунок 30 - Карта сегментирования рынка на генераторы сигналов.

 - существует спрос;  - спрос отсутствует.

На карте сегментирования видно, что наибольший спрос возможен при производстве единичного продукта, в таком случае предприятия с любым капиталом смогут приобрести товар. Это позволит закрепиться на рынке и создаст конкуренцию вокруг продукта.

6.1.1 Техничко-экономическое обоснование НИР

Темой данной выпускной квалификационной работы является “Разработка технического зрения для поверки манометра”. Техническое (машинное, компьютерное) зрение — является одним из наиболее перспективных методов автоматизации каких-либо действий с применением компьютерных технологий и робототехники. В самом общем виде системы машинного зрения подразумевают преобразование данных, поступающих с устройств захвата изображения, с выполнением дальнейших операций на основе этих данных.

Разработка является чрезвычайно важной и полезной задачей, которая может найти широкое применение для автономного использования на объектах, например, коммунального хозяйства, нефти-газодобывающих производствах, удаленных и распределенных систем.

6.2 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в таблице 1, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценивать сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Разрабатываемая система поверки манометра является уникальной в своем роде, так как на сегодняшний день в мире не существует аналогичных систем. Так как основной целью системы является считывание и обработка изображений показаний стрелки на средствах визуализации, то в качестве конкурентов были рассмотрены следующие варианты:

1. Компания «Omron»;
2. Манометровый завод «Манотомь».

Таблица 11 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений
(разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,1	3	3	3	0.3	0.3	0.3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,05	3	2	5	0.15	0.1	0.25
3. Помехоустойчивость	0,1	4	4	4	0.4	0.4	0.4
4. Скорость перестройки сигнала по частоте	0,1	5	4	4	0.5	0.5	0.4
5. Высокая частота сигналов	0,1	5	3	3	0.5	0.3	0.3
6. Малые габариты	0,1	5	5	2	0.5	0.5	0.2
7. Возможность питания от USB	0,1	5	4	1	0.5	0.4	0.1
8. Возможность подключения к ПК	0,05	5	1	1	0.25	0.05	0.05
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,05	4	4	4	0.2	0.2	0.2
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	2	4	4	0.1	0.2	0.2
3. Цена	0,1	4	5	1	0.4	0.5	0.1
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	5	5	0.5	0.5	0.5
Итого	1	50	45	37	4.3	3.95	3

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в табл. 1, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

$$K = \sum B_i \cdot B_j \quad (45)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_j – балл i -го показателя.

По итогу проведенного анализа конкурентоспособность научной разработки составила 4.3, в то время как коэффициенты системы технического зрения конкурентов составили 3.95 и 3 соответственно. Сравнение конкурентных технических решений показало, что данная система является практически конкурентоспособным и по показателям не сильно уступает существующему аналогу.

Основные преимущества системы технического зрения в функциональных возможностях, ибо система довольна проста установке и вводе в эксплуатацию, бесшумна и проста в ремонте, что является существенным преимуществом на производстве.

Преимущества конкурентов заключаются в реализации более развитом продукте и, соответственно, более глубоком проникновении на рынок и большим финансированием.

6.3. SWOT-анализ.

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Матрица составляется на основе анализа рынка и конкурентных технических решений, и показывает сильные и слабые стороны проекта, возможности и угрозы для разработки.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде. Матрица SWOT представлена в таблице 12.

Таблица 12 – SWOT-анализ

Сильные стороны	Слабые стороны
С1. Функциональная мощность; С2. Удобство в эксплуатации; С3. Малая потребность в пространстве; С4. Наличие бюджетного финансирования; С5. Наличие необходимого оборудования для проведения испытаний предлагаемой	Сл1. Отсутствие законченного прототипа научной разработки; Сл2. Отсутствие компании, способной настроить производство под ключ; Сл3. Малая проработанность технологии.

технологии.	
Возможности	Угрозы
В1. Использование инновационной структуры ТПУ; В2. Публикация научных статей; В3. Получение финансирования проекта; В4. Выход системы на рынок.	У1. Отсутствие спроса на новые технологии в данной области; У2. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования; У3. Потеря актуальности; У4. Разработка более совершенной системы конкурентами.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Соотношения параметров представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны								
Возможности		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
	B1	+	-	-	-	-	-	-
	B2	-	-	+	-	-	-	+
	B3	-	-	-	-	-	-	-
	B4	-	-	-	-	-	+	+
	B5	-	-	-	+	-	-	-

Опираясь на результаты полученные из интерактивной матрицы, самые сильные стороны проекта это наличие законченного прототипа устройства и высокая скорость настройки параметров сигналов. C7B2B4 и B2C3C

Таблица 14 – SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
	<p>С1. Функциональная мощность.</p> <p>С2. Удобство в эксплуатации.</p> <p>С3. Малая потребность в пространстве.</p> <p>С4. Наличие бюджетного финансирования</p> <p>С5. Наличие необходимого оборудования для проведения испытаний предлагаемой технологии</p>	<p>Сл1. Отсутствие законченного прототипа научной разработки</p> <p>Сл2. Отсутствие компании, способной настроить производство под ключ.</p> <p>Сл3. Малая проработанность технологии.</p>
Возможности		
<p>В1. Использование инновационной структуры ТПУ</p> <p>В2. Публикация научных статей</p> <p>В3. Получение финансирования проекта</p> <p>В4. Выход системы на рынок</p>	<p>Использование бесплатных сервисов для студентов позволит использовать программное ПО бесплатно для создания технического зрения, а использование инновационной структуры ТПУ позволит использовать имеющееся оборудование для проведения экспериментов, а не закупать новое.</p>	<p>В1Сл2. Поддержка доменного имени может увеличить денежные затраты.</p>
Угрозы		

У1. Отсутствие спроса на новые технологии в данной области	Доступ к платным ресурсам посредством студенческих подписок позволит сократить затраты и	Модернизация разработки требует наличие результата, который нужно улучшить по тем или иным показателям. Без прототипа это будет крайне затруднительно.
У2. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства	несвоевременное финансовое обеспечение	
У3. Потеря актуальности		
У4. Разработка более совершенной установки конкурентами		

6.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). Для этого приведена таблица, содержащая показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта.

Таблица 15 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	5	5
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	3	3
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	3
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	4	4
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	3	2

6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	1	1
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	4	3
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	3	2
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	4	3
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	5	5
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	2	4
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	1	1
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	4	4
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	1	2
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	5	4
	ИТОГО БАЛЛОВ	49	46

По результатам оценки исследовательская работа может быть признана как перспективная, а уровень знаний разработчика достаточным для ее коммерциализации.

6.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

Выделяют следующие методы коммерциализации научных разработок.

1. *Торговля патентными лицензиями*, т.е. передача третьим лицам права использования объектов интеллектуальной собственности на лицензионной основе. При этом в патентном законодательстве выделяющие виды лицензий: исключительные (простые), исключительные, полные лицензии, сублицензии, опционы.

2. *Передача ноу-хау*, т.е. предоставление владельцем ноу-хау возможности его использовать другим лицом, осуществляемое путем раскрытия ноу-хау.

3. *Инжиниринг* как самостоятельный вид коммерческих операций предполагает предоставление на основе договора инжиниринга одной

стороной, именуемой консультантом, другой стороне, именуемой заказчиком, комплекса или отдельных видов инженерно-технических услуг, связанных с проектированием, строительством и вводом объекта в эксплуатацию, с разработкой новых технологических процессов на предприятии заказчика, усовершенствованием имеющихся производственных процессов вплоть до внедрения изделия в производство и даже сбыта продукции.

4. *Франчайзинг*, т.е. передача или переуступка (на коммерческих условиях) разрешения продавать чьи-либо товары или оказывать услуги в некоторых областях.

5. *Организация собственного предприятия*.

6. *Передача интеллектуальной собственности* в уставной капитал предприятия.

7. *Организация совместного предприятия*, т.е. объединение двух и более лиц для организации предприятия.

8. *Организация совместных предприятий*, работающих по схеме «российское производство – зарубежное распространение».

Проанализировав все методы коммерциализации был выбран метод при котором происходит передача интеллектуальной собственности в уставной капитал предприятия и университета.

6.6 Инициация проекта

Устав проекта документирует бизнес-потребности, текущее понимание потребностей заказчика проекта, а также новый продукт, услугу или результат, который планируется создать.

Устав научного проекта магистерской работы должен иметь следующую структуру:

6.7 Цели и результат проекта. В данном разделе необходимо привести информацию о заинтересованных сторонах проекта, иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Таблица 16 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
НИ ТПУ	Законченное научное исследование
АО «ПО Физтех»	Законченное изделие, отвечающее всем пунктам текст задания

Таблица 17 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	Разработать систему технического зрения
Ожидаемые результаты проекта:	Работа алгоритма, реализованного на графическом языке программирования «G» в среде разработки и платформы для выполнения программ National Instruments LabVIEW.
Критерии приемки результата проекта:	Рабочий прототип
Требования к результату проекта:	Требование:
	Соответствие всем пунктам текст задания
	Безотказная работа
	Надежность
	Простота использования

Ограничения и допущения проекта

Таблица 18 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	1085551 рублей
3.1.1. Источник финансирования	НИ ТПУ
3.2. Сроки проекта:	03.01.2020-05.06.2020
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	03.01.2020
3.2.2. Дата завершения проекта	05.06.2020

6.8 Планирование управления научно-техническим проектом

6.8.1 План проекта

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

Таблица 19 – Календарный лан-график проведения НИОКР по теме

№	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , кал. дни	Продолжительность выполнения работ											
				Фев.		Март			Апр.			Май			
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Постановка целей и задач, получение исходных данных	Руководитель	4,7	<div></div>	<div></div>										
2	Составление и утверждение ТЗ	Руководитель, инженер	2,4	<div></div>	<div></div>										
3	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель, инженер	9,5		<div></div>										
4	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер	1,1		<div></div>										
5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, инженер	1,3		<div></div>										
6	Выбор структурной схемы устройства	Руководитель, инженер	2,7			<div></div>									
7	Выбор принципиальной схемы устройства	Руководитель, инженер	4,7			<div></div>									
8	Расчет принципиальной схемы устройства	Инженер	13,3				<div></div>								
9	Разработка макета устройства	Инженер	9,5					<div></div>							
10	Написание программы	Инженер	6,8						<div></div>						
11	Проведение экспериментальных исследований	Руководитель, инженер	2,4						<div></div>						

Тетрадь	шт.	1	1	1	10	10	10	11,5	11,5	11,5
Электроэнергия	КВт	1200	1200	1200	2,56	2,56	2,56	3072	3072	3072
Итого								5740	5107,5	5023,5

Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно–измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме.

При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены.

Таблица 21 - Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс.руб.	Общая стоимость оборудования, тыс.руб.
1.	Персональный компьютер	1	35,5	38,8
2.	Лабораторный источник питания QJ3005X II	1	20,0	23,0
4.	Программный комплекс NationalInstruments	1	102,360	117,714

Основная заработная плата

В настоящем разделе включена основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (46)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}}, \quad (47)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

$T_{\text{р}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 19);

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (48)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M=11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн. (табл. 22).

Таблица 22 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	366
Количество нерабочих дней – выходные дни – праздничные дни	117	117
Потери рабочего времени – отпуск – невыходы по болезням	30	30

Действительный годовой фонд рабочего времени	218	218
--	-----	-----

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{б}} \cdot (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (49)$$

где $З_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, (определяется Положением об оплате труда);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: определяется Положением об оплате труда);

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Таблица 23 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Разряд	$З_{\text{б}}$, руб	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$, руб	$З_{\text{дн}}$, руб	$T_{\text{р}}$, раб.дн	$З_{\text{осн}}$, руб
Руководитель	Доцент, к. тех.н.	27 484	0,3	0,2	1,3	53594	2568,6	84,5	217063
Инженер	1	6976,2	0,3	0,2	1,3	13604	652,0	84,5	55097
Итого, руб									272160

Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$C_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} \quad (50)$$

где $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

В таблице 24 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 24 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Инженер
Основная зарплата	217063	55097
Дополнительная зарплата	21706,3	5090,7
Итого по статье $C_{\text{зп}}$	298956,3	

Накладные расходы

Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (51)$$

где $k_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов.

$$C_{\text{накл}} = 0,3 \cdot (217063 + 21706,3) = 238769,3 \text{ руб}$$

Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (52)$$

$$C_{\text{внеб.}} = 0,302 \times (272160 + 27216) = 90411 \text{ руб.}$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Организационная структура проекта

В практике используется несколько базовых вариантов организационных структур: функциональная, проектная, матричная. В научно исследовательской работе была выбрана проектная структура.

Таблица 25 – Выбор организационной структуры научного проекта

Критерии выбора	Функциональная	Матричная	Проектная
Степень неопределенности условий реализации проекта	Низкая	Высокая	Высокая
Технология проекта	Стандартная	Сложная	Новая
Сложность проекта	Низкая	Средняя	Высокая
Взаимозависимость между отдельными частями проекта	Низкая	Средняя	Высокая
Критичность фактора времени (обязательства по срокам завершения работ)	Низкая	Средняя	Высокая
Взаимосвязь и взаимозависимость проекта от организаций более высокого уровня	Высокая	Средняя	Низкая

6.10 План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями отражает требования к коммуникациям со стороны участников проекта.

Таблица 26 – План управления коммуникациями

№ п/п	Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
1.	Статус проекта	Руководитель проекта	Представителю заказчика	Ежеквартально (первая декада квартала)
2.	Отчет о текущем состоянии проекта	Исполнитель проекта	Руководителю проекта	Ежемесячно (понедельник)
3.	О выполнении контрольной точки	Исполнитель проекта	Руководителю проекта	Не позже дня контрольного события по плану управления

6.11 Реестр рисков проекта

Данный пункт включает идентифицированные риски проекта, которые включают в себя возможные неопределенные события, которые могут

возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты.

Таблица 27 – Реестр рисков проекта

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска*	Способы смягчения риска
1	Перепад напряжения питания	Выход из строя элементов системы	1	4	средний	Стабилизатор питания напряжения
2	Прекращение финансирования проекта	Отсутствие возможности закончить проект	1	4	низкий	Несколько источников финансирования
3	Старение элементов	Деградирующие параметров прибора	3	2	низкий	Проведение предварительных испытаний

6.12 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по варианту руководителя приведен в таблице 28.

Таблица 28. Группировка затрат по статьям

Затраты по статьям						
Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Накладные расходы	Итого плановая себестоимость
5740	179514	272160	298956,3	90411	238769,3	1085550,6

В результате было получено, что бюджет затрат НТИ составит 1085550,6руб. для дальнейших расчетов округлим до 1085600руб.

6.13 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности

6.13.1 Оценка абсолютной эффективности исследования

В основе проектного подхода к инвестиционной деятельности предприятия лежит принцип денежных потоков (cashflow). Особенностью является его прогнозный и долгосрочный характер, поэтому в применяемом подходе к анализу учитываются фактор времени и фактор риска. Для оценки общей экономической эффективности используются следующие основные показатели:

- чистая текущая стоимость (NPV);
- индекс доходности (PI);
- внутренняя ставка доходности (IRR);
- срок окупаемости (DPP).

Чистая текущая стоимость (NPV) – это показатель экономической эффективности инвестиционного проекта, который рассчитывается путём дисконтирования (приведения к текущей стоимости, т.е. на момент инвестирования) ожидаемых денежных потоков (как доходов, так и расходов).

Расчёт NPV осуществляется по следующей формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{опt}}{(1+i)^t} - I_0 \quad (53)$$

где: $ЧДП_{опt}$ – чистые денежные поступления от операционной деятельности;

I_0 – разовые инвестиции, осуществляемые в нулевом году;

t – номер шага расчета ($t = 0, 1, 2 \dots n$)

n – горизонт расчета;

i – ставка дисконтирования (желаемый уровень доходности инвестируемых средств).

Расчёт NPV позволяет судить о целесообразности инвестирования денежных средств. Если $NPV > 0$, то проект оказывается эффективным.

Таблица 29 – Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Выручка от реализации, руб.	0	1302720	1302720	1237000	1302720
2	Итого приток, руб.	0	1302720	1302720	1302720	1302720
3	Инвестиционные издержки, руб.	-1085600	0	0	0	0
4	Операционные затраты, руб.	0	651360	651360	651360	395160
5	Налогооблагаемая прибыль	0	841840	841840	841840	841840
6	Налоги 20 %, руб.	0	168368	168368	168368	168368
7	Итого отток, руб.	-1085600	563528	563528	563528	563528
8	Чистая прибыль, руб.	0	673472	673472	673472	673472
9	Чистый денежный поток (ЧДП), руб.	-1085600	766233	766233	766233	766233
10	Коэффициент дисконтирования (КД)	1	0,83	0,69	0,57	0,48
11	Чистый дисконтированный доход (ЧДД), руб.	-1085600	635973	528700	436752	367792
12	Σ ЧДД	2269217				
12	Итого NPV, руб.	1061607				

Коэффициент дисконтирования рассчитан по формуле:

$$КД = \frac{1}{(1+i)^t} \quad (54)$$

где: i – ставка дисконтирования, 20 %;

t – шаг расчета.

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет 1041607 рублей, что позволяет судить об его эффективности.

Индекс доходности (PI) – показатель эффективности инвестиции, представляющий собой отношение дисконтированных доходов к размеру инвестиционного капитала. Данный показатель позволяет определить инвестиционную эффективность вложений в данный проект. Индекс доходности рассчитывается по формуле:

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_t}{(1+i)^t} / I_0 \quad (55)$$

где: ЧДД - чистый денежный поток, млн. руб.;

I_0 – начальный инвестиционный капитал, млн. руб.

$$PI = \frac{2269217}{1085600} = 2,14 \quad (56)$$

Таким образом $PI > 1$, это значит что научная разработка является эффективной.

Внутренняя ставка доходности (IRR) - Значение ставки, при которой NPV обращается в нуль. Формальное определение «внутренней ставки доходности» заключается в том, что это та ставка дисконтирования, при которой суммы дисконтированных притоков денежных средств равны сумме дисконтированных оттоков или $NPV = 0$. По разности между IRR и ставкой дисконтирования i можно судить о запасе экономической прочности инвестиционного проекта. Чем ближе IRR к ставке дисконтирования i , тем больше риск от инвестирования в данный проект.

$$\sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{ont}}{(1+IRR)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+IRR)^t} \quad (57)$$

Между чистой текущей стоимостью (NPV) и ставкой дисконтирования (i) существует обратная зависимость. Эта зависимость представлена в таблице 30.

Таблица 30 - Зависимость NPV от ставки дисконтирования

№	Наименование показателя	0	1	2	3	4	NPV, млн. руб.
1	Чистые денежные потоки, млн. руб.	-1085600	766233	766233	766233	766233	
2	Коэффициент дисконтирования						
	0,1	1	0,909	0,826	0,751	0,683	
	0,2	1	0,833	0,694	0,578	0,482	
	0,3	1	0,769	0,592	0,455	0,350	
	0,4	1	0,714	0,510	0,364	0,260	
	0,5	1	0,667	0,444	0,295	0,198	
	0,6	1	0,625	0,390	0,244	0,153	
	0,7	1	0,588	0,335	0,203	0,112	
	0,8	1	0,556	0,309	0,171	0,095	
	0,9	1	0,526	0,277	0,146	0,077	
	1	1	0,500	0,250	0,125	0,062	
3	Дисконтированный денежный доход, млн. руб.						
	0,1	-1271385	696505	632908	575441	523337	1500581
	0,2	-1271385	638272	531765	442882	369324	957633
	0,3	-1271385	589233	453609	348636	268181	732049
	0,4	-1271385	547090	390778	278908	199220	488386
	0,5	-1271385	511077	340207	226038	151714	301426
	0,6	-1271385	478895	298830	186960	117233	154408
	0,7	-1271385	450545	256688	155545	85818	20986
	0,8	-1271385	426025	236765	131025	72792	-61003
	0,9	-1271385	403038	212246	111870	58999	-141457
	1,0	-1271385	383116	191558	95779	47506	-209651

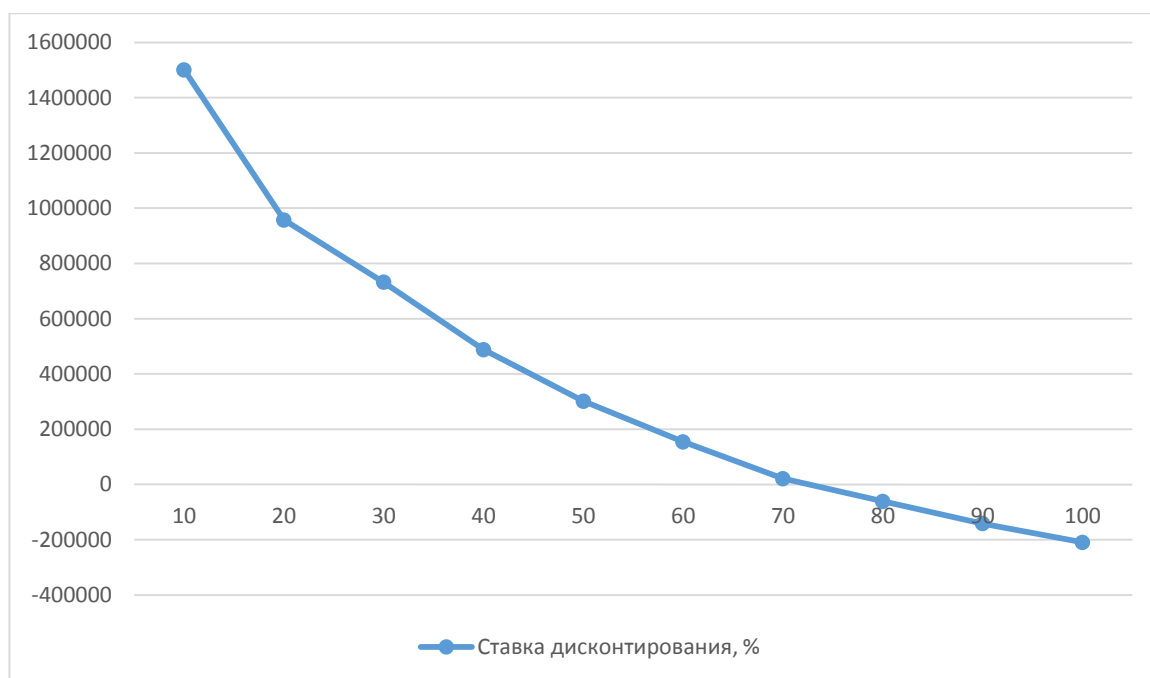


Рисунок 31 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

Из таблицы и графика следует, что по мере роста ставки дисконтирования чистая текущая стоимость уменьшается, становясь отрицательной. Значение ставки, при которой NPV обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или «внутренней нормы прибыли». Из графика получаем, что IRR составляет 0,73.

Запас экономической прочности проекта: $73\% - 20\% = 53\%$

Дисконтированный срок окупаемости. Как отмечалось ранее, одним из недостатков показателя простого срока окупаемости является игнорирование в процессе его расчета разной ценности денег во времени.

Этот недостаток устраняется путем определения дисконтированного срока окупаемости. То есть это время, за которое денежные средства должны совершить оборот.

Наиболее приемлемым методом установления дисконтированного срока окупаемости является расчет кумулятивного (нарастающим итогом) денежного потока (таблица 31).

Таблица 31 – Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Дисконтированный денежный доход ($i=0,20$), млн. руб.	-1085600	635973	528700	436752	367792
2	То же нарастающим итогом, млн. руб.	-1085600	-291637	237063	673815	1041607
3	Дисконтированный срок окупаемости	$PP_{дск} = 1 + (291637 / 528700) = 1,55$ года				

Социальная эффективность научного проекта (таблица 32) учитывает социально-экономические последствия осуществления научного проекта для общества в целом или отдельных категорий населения или групп лиц, в том числе как непосредственные результаты проекта, так и «внешние» результаты в смежных секторах экономики: социальные, экологические и иные внеэкономические эффекты.

Таблица 32 – Критерии социальной эффективности

ДО	ПОСЛЕ
Затраты электроэнергии на использование вторичных источников питания и приборов	Уменьшение количества потребляемой электроэнергии
Большие затраты по времени на проверку выпускаемой продукции фирмы	Увеличение пропускной способности оператора проверки продукции

6.14 Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший

интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по следующей формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (58)$$

где: $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i-го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить по следующей формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (59)$$

где: I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i-го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i-го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i-го варианта исполнения разработки устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в форме таблицы (таблице 33).

Таблица 33 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	4	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	3	3
3. Помехоустойчивость	0,15	5	4	4
4. Энергосбережение	0,25	5	3	4
5. Надежность	0,15	4	4	4
6. Материалоемкость	0,20	5	3	3
ИТОГО	1	4,7	3,4	3,65

$$I_m^p = 5 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,20 = 4,7$$

$$I_1^A = 4 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,20 = 3,4$$

$$I_2^A = 4 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,20 = 3,65$$

Интегральный показатель эффективности разработки $I_{\text{финр}}^p$ и аналога $I_{\text{финр}}^a$ определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_m^p}{I_{\text{ф}}^p}; I_{\text{финр}}^a = \frac{I_m^a}{I_{\text{ф}}^a} \quad (60)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^a} \quad (61)$$

где: $\mathcal{E}_{\text{ср}}$ – сравнительная эффективность проекта;

$I_{\text{финр}}^p$ – интегральный показатель разработки;

$I_{\text{финр}}^a$ – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Таблица 34 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработка	Аналог 1	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,994	1	0,996
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,7	3,4	3,65
3	Интегральный показатель эффективности	4,7	3,4	3,7
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,7191	0,775

Проведенный анализ значений интегральных показателей эффективности доказывает, что выбранный вариант развития проекта является эффективным при решении задачи, которая поставлена в магистерской диссертации, с точки зрения финансовой и ресурсной эффективности.

В ходе выполнения данного раздела мною был рассчитан бюджет научного исследования, определена чистая текущая стоимость, (NPV), равная 1061607руб.; индекс доходности $PI=2,14$; внутренняя ставка доходности $IRR=73\%$, срок окупаемости $PP_{дск}=1,56$ года, тем самым инвестиционный проект можно считать выгодным и экономически целесообразным.

Заключение:

В магистерской диссертации рассмотрены основные методы поверки СИ, приведены разновидности приборов, рассчитанных под определенные условия работы. Проведено обоснование актуальности и целесообразности применения данной технологии, а также приведены основные преимущества СТЗ. Проведен анализ готовых разработок технического зрения от российских производителей в области метрологических измерений. Разработано программное обеспечение для оцифровки показаний аналоговых манометров. Приведены результаты работы программы для разных значений измеряемого давления. Также был разработан мехатронный модуль линейного движения для позиционирования камеры системы машинного зрения, суть которого обеспечивать точное позиционирование и направление оптической оси камеры относительно объекта контроля – аналогового манометра для дальнейшей цифровой обработки полученного изображения.

Разработанная система технического зрения может найти широкое применение для автономного использования на объектах, например, коммунального хозяйства, нефти-газодобывающих компаний, удаленных и распределительных систем.

При автоматизации измерений применение машинного зрения позволяет исключить человеческий фактор, проводить значительно более точный анализ объекта, различая даже микроскопические дефекты структуры, снизить издержки производства, а также автоматизировать процесс контроля качества, несомненно, дающее конкурентное преимущество компаниям, внедрившим данную технологию.

Список литературы:

1. [Электронный ресурс] ОАО «Манотомь». Автоматизированный контроль метрологических характеристик и градуировка шкал в производстве стрелочных манометров. Режим доступа - <https://refdb.ru/look/2674783.html>
2. Методика поверки МИ 2124-90 ГСИ «Манометры, вакуумметры, мановакуумметры, напоромеры, тягомеры и тягонапоромеры показывающие и самопишущие» 1990г.
3. Гвоздев В.Д. Прикладная метрология: точность измерений / Учебное пособие. – М.: МИИТ, 2018г.
4. Хансуваров К. И., Цейтлин В. Г. Техника измерения давления, расхода, количества уровня жидкости, газа и пара: Учебное пособие для техникумов. – М.: Издательство стандартов, 1990
5. Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» № 102-ФЗ. 2008 г.
6. РМГ 29-2013 «ГСИ. Метрология. Основные требования и определения».
7. В. В. Кулебякин «Методы и приборы для измерения давления» Учебно-методическое пособие.
8. Моргунов В.В. ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ В ОБЛАСТИ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА // Международный студенческий научный вестник. – 2019г.
9. [Электронный ресурс] АО «ПО Физтех». Режим доступа - <https://www.fiztech.ru/>
10. [Электронный ресурс] Научно-производственное предприятие "Призма - "<http://prizmasensors.ru/>
11. Визильтер Ю. В., Желтов С. Ю., Князь В. А., Ходарев А. Н., Моржин А. В. «Обработка и анализ цифровых изображений с примерами на LabVIEW IMAQ Vision» 2007г.
12. [Электронный ресурс]ОАО «Манотомь». Ю.Г. Свинолупов, Автоматизированный контроль метрологических характеристик и

градуировка шкал в производстве стрелочных манометров.
<http://www.manotom-tmz.ru/>

13. Эд Доуринг «Основы машинного зрения с NI myRIO» 2015г.
14. Выбор и расчет шариковинтовой передачи (ШВП).[Электронный ресурс] – URL:<http://www.detalmach.ru/>
15. Анурьев В.И. «Справочник конструктора-машиностроителя», Том 2.- Москва «Машиностроение» 2001г.
16. Подбор электродвигателя ММД. [Электронный ресурс] – URL: <https://electroprivod.ru/>
17. ГОСТ 12.0.003-2015 ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы.
18. СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Минздрав России, 1997.
19. СП 52.13330.2016 Свод правил. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95
20. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
21. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 – 03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. М.: Минздрав России, 2003.
22. ГОСТ Р 50377-92 (МЭК 950-86) Безопасность оборудования информационной технологии, включая электрическое контрольное оборудование.
23. СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно- вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
24. Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 N 390 (ред. От 30.12.2017) "О противопожарном режиме" (вместе с "Правилами противопожарного режима в Российской Федерации").

25. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

26. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.

27. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы

28. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (с Изменениями N 1, 2)

COMPUTER VISION

What is machine vision?

Computer vision is mainly focused on machine-based image processing. In contrast to it, machine vision integrates image capture systems with digital input/output devices and computer networks. It provides real time quality control and for general control of such manufacturing equipment as robots. Manufacturers prefer to use machine vision systems for visual inspections that require high-speed, high magnification, 24-hour operation, and/or repeatability of measurements.

A typical machine vision system will be a part of an automated production process consisting of the following components:

- One or more digital cameras (monochrome or color) with suitable optics for acquiring images. It can be lenses to focus the desired field of view onto the image sensor.
- A synchronizing sensor for part detection (often an optical or magnetic sensor). It is necessary for trigger image acquiring and processing for some types of sorting out, routing and rejecting of parts.
- A computer program to process images, detect, measure, compare etc. The program is necessary to confirm a quality criteria or to provide type verification or to control a robot in another control system.
- Input/Output hardware (e.g. digital I/O) or communication links (e.g. Industrial Ethernet, ProfiBUS etc) reports the results and rejects the components automatically.
- “Intelligent” or “smart” cameras combine the above functionality into a single unit providing a self-contained vision system solution, but with less power and functionality of a PC based vision system solution.

Machine vision and industrial automation: an effective combination

In order for industrial robots and other production automation systems to interact purposefully with objects and to move gently in the space surrounding production lines, they must be able to see and analyze the environment.

Effective and affordable processors for processing video information, video sensors with depth discrimination function, and well-developed software algorithms make the dream of industrial automation a reality.

In comparison to people automated systems in a production environment can work tirelessly, accurately and quickly. However, their effectiveness is traditionally dependent on the parts with a fixed orientation in space and at fixed locations. This phenomenon greatly complicates the complexity of the assembly process.

Any deviation in the location of the part can lead to assembly problems. People have different channels of perception, as well as a highly developed brain, that allow to interact with the world around them effectively. Robots, and other industrial automation systems should be able to do the same. This is exactly what computer vision systems should help with.

Machine vision involves the analysis of visual information for further decision making. It helps to take action in relation to the object that is in focus. The simplest example of using the technology is checking the state of the product on the conveyor belt or before sending the parcel by mail. Also machine vision is often used to evaluate the quality of printed circuit boards. It immediately compares each new product with the reference board before automatically transferring to the next stage of assembly. These technologies are a valuable resource for assessing quality and reducing the level of defects. They are used in areas where the human eye and brain simply cannot give an objective assessment because of the need to view the same objects hundreds or thousands of times a day [1].

As the resolving power of optical systems increases, the potential of machine vision also increases, because together with the resolution, the number of details for evaluation rises. More and more small objects can be processed according to the template principle. It increases the workload of the processor, which must analyze a large amount of data and quickly take decisions on the next step (corresponding/inconsistent, delay, return to the beginning, etc).

Historically, machine vision algorithms were introduced in small quantities in production, as it was very expensive. However, the cost, performance and energy consumption in the electronics systems that have been achieved today have paved the way for a wide spread of machine vision in various industries. Of course, their implementation is still a challenge, but it has already become much easier and cheaper than ever.

In standard visual inspection systems, the quality and safety of products are often determined by external physical characteristics, such as texture and color.

For example, as it is shown in figure 1, when sorting vegetables, simple decisions about compliance and size are no longer appropriate.

It happens because the standards of different countries differ, and the quality of products varies according to the season to minimize the amount of reject for the manufacturer and at the same time to provide the desired quality for the consumer.

More detailed algorithms and categories are needed for this purpose. But it is practically impossible for human eyes and brain [2].

In the United States, Japan, South Korea, Germany and other European countries, the industry plays a major role in the manufacturing sector. The industry is characterized by highly automated production, strict quality requirements and a high degree of cost sensitivity. Consequently, large manufacturers focus on having a close and trust-based collaborative relationship with technology providers, who can support high degree of automation in the production processes [3].

In the last decades of the XX century, the mass production of dial measuring devices reached significant volumes. The task of checking such devices requires the development of methods, algorithms for reading and processing images of arrow readings on visualization tools.

Development of technical vision based on NI myRIO.

Using the MyRIO hardware and software platform of National Instruments will significantly simplify the hardware implementation, as well as allow you to update the embedded software for optimization purposes.



Figure 1 - NI MyRIO

Design Pattern for Machine Vision Applications

A LabVIEW design pattern is a particular block diagram coding style that has emerged over time and has been “vetted” by many developers as a useful way to develop a broad range of specific applications. Design patterns range from the very simple to the very complex, but all design patterns provide a systematic way to transform your concept into a functional and reliable software application.

This chapter introduces the popular state machine design pattern, especially the “Queued State Machine” that serves as the foundation of the “Machine Vision App” template LabVIEW project from which all of the projects in this may be developed.

State Machines

The excellent textbook *Effective LabVIEW Programming*¹ by Thomas J. Bress presents a wide range of design patterns based on the state machine. A state embodies a specific action such as incrementing a counter value, fetching the next frame from the webcam, analyzing the image to search for a barcode, saving an

image to disk, and so on. The state “machine” moves from one state to the next in either an unconditional fashion (State C always follows State B) or conditionally (go to State C if a particular front-panel button is pressed, otherwise go to State D).

This “classic state machine” design pattern uses a while-loop, a shift register to maintain the current state, and a case structure to implement the activities for each state and also to determine the next value of the state register. The value of the state register is read to select a particular subdiagram of the case structure for each while-loop iteration. Therefore, each subdiagram embodies a single state. Each subdiagram calculates the next value of the state register which is then fed back via the while-loop’s shift register to become the next value of the state register. Refer to Classic State Machine³ for a more complete discussion of the LabVIEW implementation of a classic state machine.

This “classic state machine” design pattern uses a while-loop, a shift register to maintain the current state, and a case structure to implement the activities for each state and also to determine the next value of the state register. On each while-loop iteration the value of the state register is read to select a particular subdiagram of the case structure, therefore, each subdiagram embodies a single state. Each subdiagram calculates the next value of the state register which is then fed back via the while-loop’s shift register to become the next value of the state register. Refer to Classic State Machine³ for a more complete discussion of the LabVIEW implementation of a classic state machine.

Queued State Machine

The “Queued State Machine” (QSM) is a more sophisticated approach that decouples a state’s activity from the mechanism to determine the next state. This decoupling makes the QSM much easier to develop and maintain because it promotes a “divide and conquer” approach to breaking up the application design into manageable and well-defined activities. Each state can be developed and debugged independently of all the other states. But how is the next state determined?

A special state called the scheduler takes care of this. The scheduler examines image analysis results, front-panel buttons, and external sensors to determine which task—an ordered sequence of states—should be performed next. The scheduler applies this ordered sequence of states comprising a task to the input of a queue, also known as a FIFO (first-in, first-out) memory structure. Once enqueued the states are now ready to be read out one at a time, i.e., dequeued, on each while-loop iteration to select the associated case-structure subdiagram activities in the proper sequence. The queue serves the same role as the state register in the classic state machine. After enqueueing a single task, the scheduler must finish by enqueueing itself so that that state machine will return to the scheduler state after completing the current task.

Figure 2 illustrates the task diagram for a generic QSM intended for machine vision applications that target tNI myRIO. Each box corresponds to a state, and a bundle of states indicates a task. The QSM executes the start-up task and then schedules tasks according to conditions determined by analysis results, front-panel buttons, and external controls and sensors. The scheduler typically selects the default task when all other task conditions evaluate to “false.” The default task retrieves an image from the webcam, analyzes the image, adds a nondestructive overlay, and reads and writes NI myRIO on-board and external devices. When the front-panel Stop button is pressed or an error condition is detected the scheduler selects the shutdown task to halt the application.

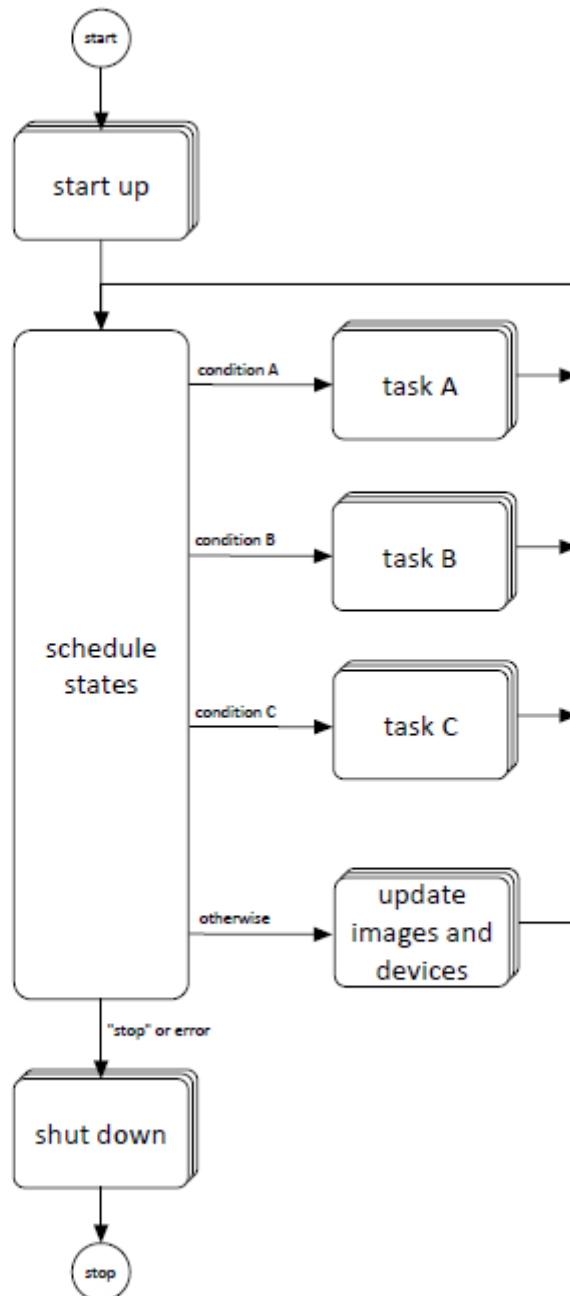


Figure 2 - Task diagram for Queued State Machine (QSM)

“Machine Vision App” Template

This template provides a single starting point for each of the projects in this lab manual. As you complete each project and develop your own library of machine vision applications you may find it easier to work from a copy of an existing project that is similar to the requirements of the new project. In either case, implementing a new machine vision application will become a relatively

straightforward task once you understand the basic principles of the queued state machine design pattern.

QSM Structure Figure 3 shows the task diagram for the “Machine Vision App” (MVA) template project. The task diagram shows only two tasks but the template includes many empty states that you can adapt to the needs of your project. The default task applies an edge detector to the webcam image and displays either this processed image or the original webcam image along with a nondestructive graphics overlay that shows the system date and time. Figure 4 shows the state sequence for the default task.

Pressing the front-panel save image *actionbutton* selects the Save Image task (Figure 5); this task saves the displayed image to an image file on the attached USB flash drive. The action button remains pressed until released, therefore the task releases the button as its final action. Because all tasks that respond to action buttons must conclude in a like manner, the button release behavior is implemented in a single state that can be included in any task.

Figure 6 shows the state sequence for the start-up task. These states initialize data values, allocate memory for image buffers, reset front-panel buttons, and configure on-board and external devices (Figure 7).

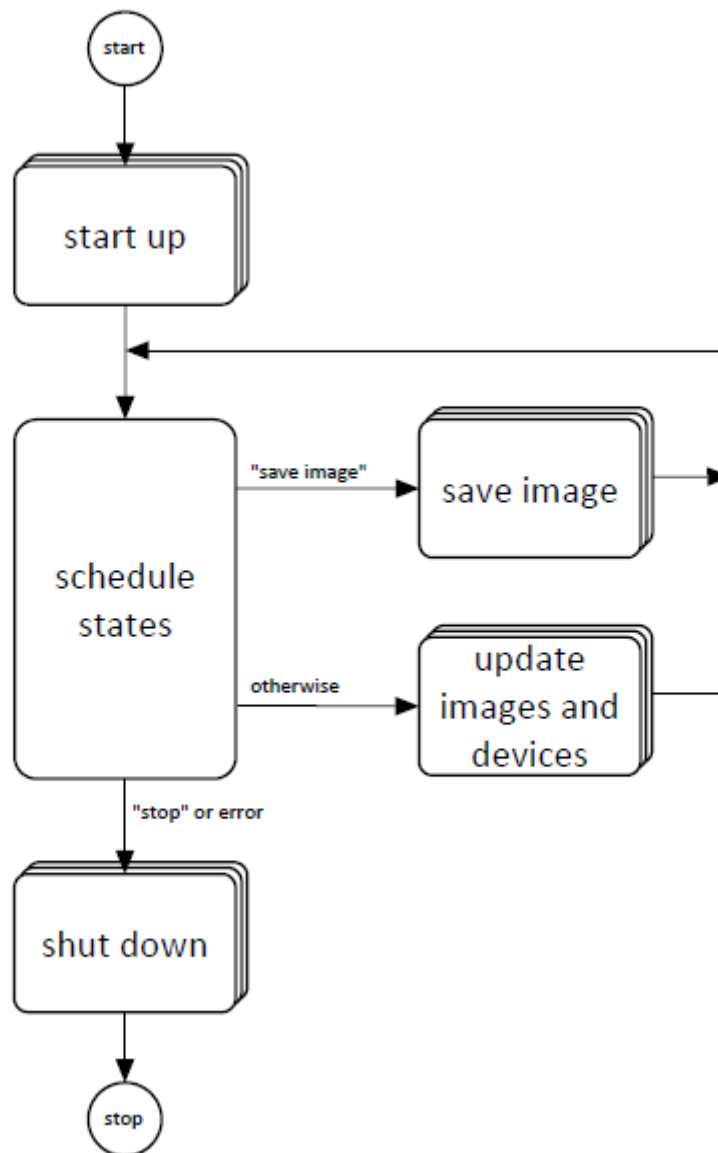


Figure 3 - Task diagram for “Machine Vision App” (MVA)

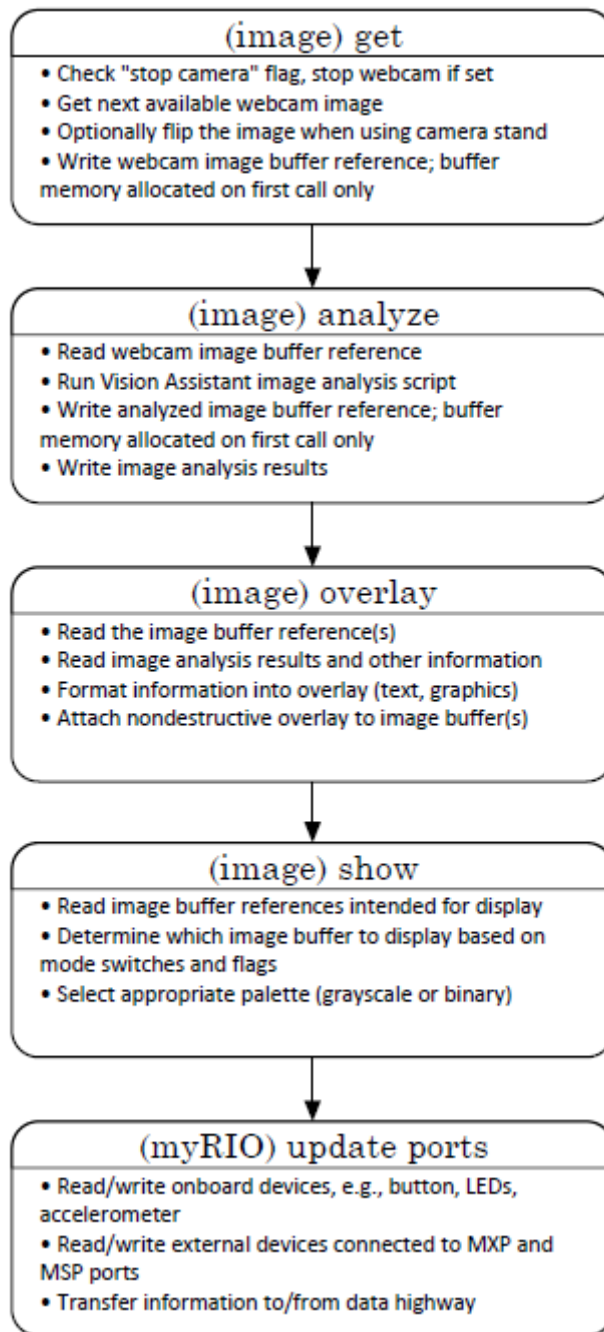


Figure 4 - State sequence and activities for MVA default task

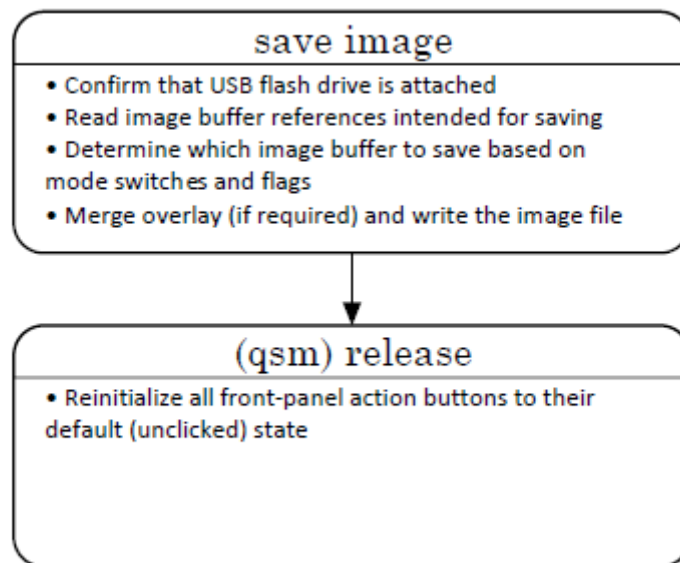


Figure 5 - State sequence and activities for MVA “save image” task

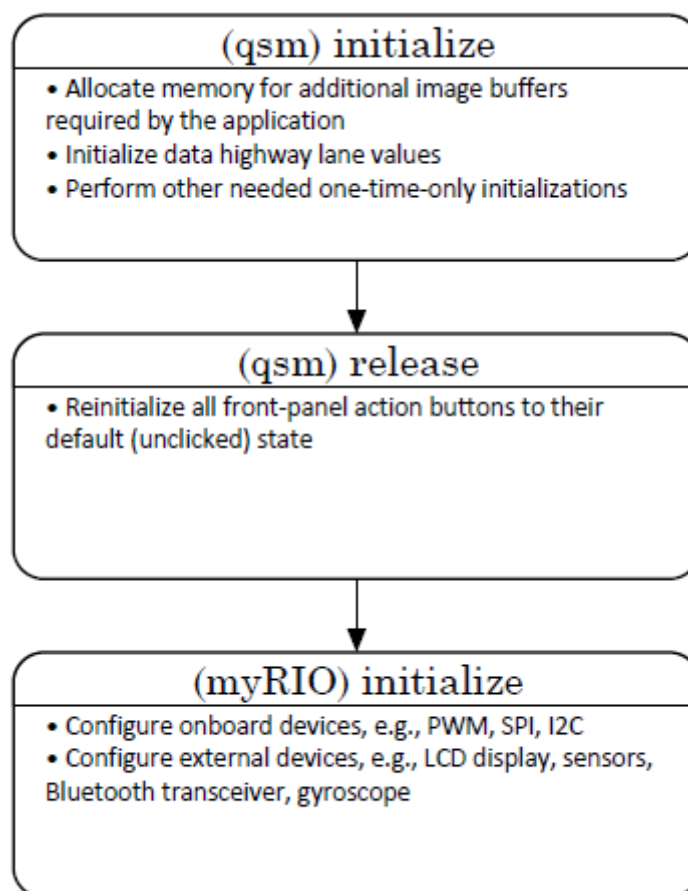


Figure 6 - State sequence and activities for MVA start-up task

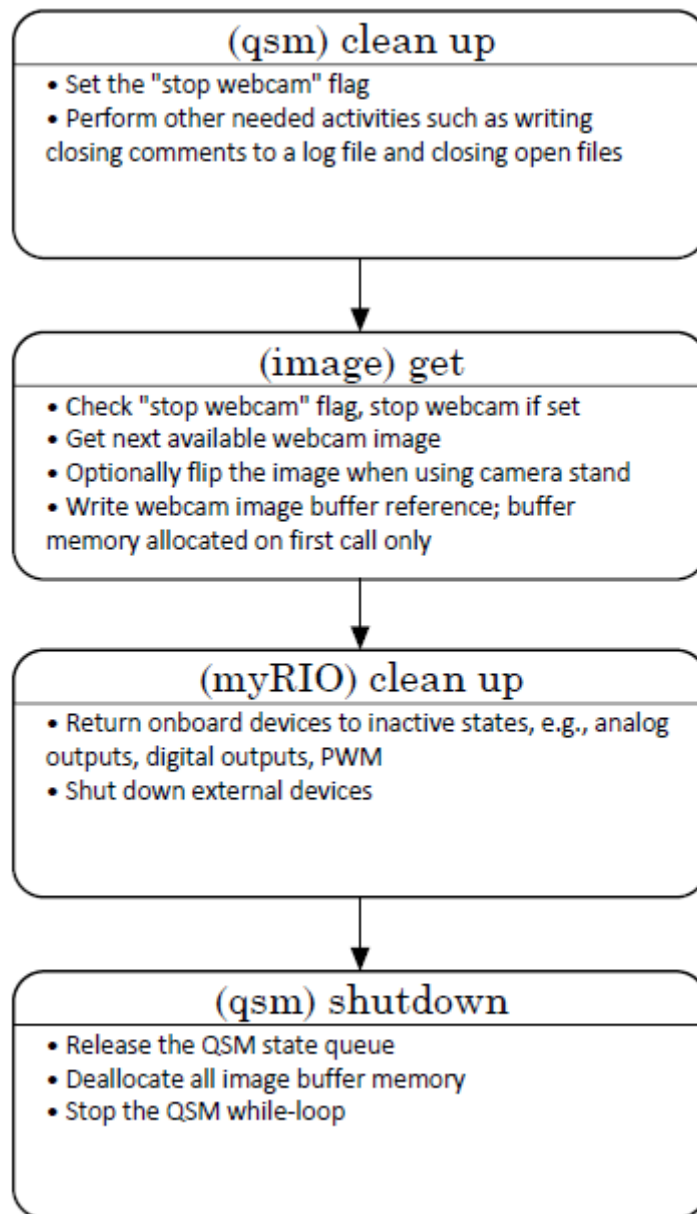


Figure 7 - State sequence and activities for MVA shutdown task

Editing templates

-Data highway: The data highway is a combination of a LabVIEW cluster and a while-loop shift register. The cluster is a collection of front-panel controls stored as a “type def” (type definition); any change to the type definition propagates throughout the entire project. A cluster constant initializes the while-loop shift register and defines the data highway “lanes.” Because the data highway passes through the case structure subdiagrams, each QSM state can read and write values that in turn can be accessed by every other state.

- **“State” type def:** The state enumerated data type control selects the subdiagram in the case structure. State is a type definition. Therefore any modifications propagate throughout the project. Changing a state name also changes the name in the case-structure selector. The state and the case-structure are closely related. Therefore, these videos show how to edit both at the same time.

- **Image states:** The image-related states perform standard activities related to obtaining, analyzing, and displaying images, including images with nondestructive information overlays. Most Vision Assistant script steps produce clusters or arrays that are not available as standard front-panel controls when editing the data highway, however, it is very easy to create a custom control that can be added to the data highway [4].

Camera Setup

Camera setup constitutes an important early step in the development of every machine vision application. Everything hinges on the minimum feature size and the number of pixels to allocate to this size; these two values define the required image spatial resolution which in turn can be adjusted by a suitable camera to-object distance. Camera setup also involves calibration to allow the machine vision application to make physical measurements in real-world units instead of pixels. Calibration can also correct, or at least mitigate, various non ideal effects such as a misaligned image sensor and lens distortion. In this project you will learn how to set up your camera to acquire calibrated images with a desired spatial resolution and field of view. You can easily calibrate the camera so that measurements appear directly in any desired physical or real-world units. NI Vision Assistant provides a number of camera calibration tools of increasing sophistication to meet the needs of your particular machine vision application, and you will investigate two of them in this section.

Using the capabilities of the Ni LabVIEW graphical programming environment, you can program FPGAs and develop a real-time system, which leads to a sharp reduction in the development time of hardware and software complexes and provides certain flexibility for creating prototypes. The NI MyRIO

platform has 10 analog inputs, 6 analog outputs, an audio channel, and 40 digital I/o lines. It also includes a Wi-Fi module, a three-axis accelerometer and several programmable LEDs. MyRIO dramatically simplifies and speeds up the testing process for displaying and monitoring its technical parameters, since it is possible to measure several values in parallel and simultaneously fill in the testing database.

Also, thanks to the use of reliable information obtained from practical research, it is possible to quickly search for optimal ranges of visual parameters of electronic display media.

Technical vision projects usually follow a well-defined application development algorithm, from the original idea to confirming performance on the target NI myRIO device. Specific details change significantly from one project to another, but the overall development algorithm remains the same [5].

Conclusion

The task of automated visual quality control in production is an actual task today. The use of machine vision increases the productivity of automated production. When automating measurements, the use of machine vision allows you to eliminate the human factor, conduct a much more accurate analysis of the object, distinguishing even microscopic defects in the structure, reduce production costs, and automate the quality control process, which undoubtedly gives a competitive advantage to companies that have implemented this technology.

REFERENCES

- 1.What is Machine Vision?. Retrieved May 25, 2020, from website: <https://machinevision.co.uk/machine-vision-products/vision-hardware/>
2. The eyes of the robot: what is "machine vision". Retrieved May 25, 2020, from website: <https://www.popmech.ru/technologies/238704-glazami-robotachtotakoe-mashinnoe-zrenie/>
- 3.Robots: a new kind of manufacturing workforce. Retrieved May 25, 2020, from website: <https://www.manufacturingtomorrow.com/article/2016/03/robots-a-new-kind-of-manufacturing-workforce/7797>
- 4.Ed Doering “NImyRIO Vision Essentials Guide”.Retrieved May 25, 2020
5. Materials of the I International Symposium "Computer measuring technologies". Retrieved May 25, 2020, from website:<https://www.hse.ru/data/2015/06/11>